Проф. Манассеину

(2)

О ЛОКАЛИЗАЦІИ СЛУХОВЫХЪ ОЩУЩЕНІЙ.

Диссертація

на степень доктора медицины

И. Рождественскаго.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Департамента Удѣловъ, Моховая, № 36.
1887.

О

ЛОКАЛИЗАЦІИ

СЛУХОВЫХЪ ОЩУЩЕНІЙ.

Диссертація

НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ

И. Рождественскаго.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Департамента Удѣловъ, Моховая, № 36.
1887.

Докторскую диссертацію лекаря **И. Рождественскаго**, подъ заглавіемъ: «Локализація слуховыхъ ощущеній» печатать дозволяется съ тѣмъ, чтобы по отпечатаніи оной было представлено въ Конференцію Императорской военно-медицинской академіи 500 экземпляровъ ея. С.-Петербургъ, апрѣля 28-го дня 1887 года.

Ученый Секретарь **В. Пашутинъ**.

СОДЕРЖАНІЕ.



Обыкновенно органу слуха приписывается очень несовершенная способность локализировать впечатлѣнія его сферы. Вундтъ говоритъ (¹), 'что всякое пространственное отношеніе въ области слуха не возникаетъ самостоятельно, но заимствуется отъ воспринимающихъ пространство органовъ чувствъ, осязанія и зрѣнія. Разстояніе отъ насъ звука, по существующимъ взглядамъ (²), опредѣляется нами по силѣ звука; если звукъ слышится интензивно, мы думаемъ, что онъ близокъ къ намъ, если звукъ глухъ, слабъ — мы относимъ его въ даль. О направленіи звука, по общепринятому мнѣнію (²), мы судимъ по положенію головы, которое должны придать ей, чтобы какъ нельзя лучше различить звукъ. По мышечному усилію мускуловъ шеи употребленному на то, чтобы повернуть голову въ наивыгоднѣйшее для воспріятія звука положеніе, мы узнаемъ объ углѣ поворота головы, а отсюда судимъ объ углѣ, подъ которымъ слышится звукъ.

Если бы эти возрѣнія были вѣрны, то тогда, только отлично зная тэмбръ и силу звука какого либо звучащаго предмета, мы могли бы сказать на какомъ разстояніи звучитъ этотъ предметъ, про всякій же незнакомый звукъ мы не знали бы, какъ далеко онъ произведенъ. Относительно каждаго слабаго, не отчетливаго звуковаго впечатлѣнія, полученнаго нами въ первый разъ мы бы были въ затрудненіи считать ли его произведеннымъ далекимъ, но сильнымъ звукомъ, или же очень близкимъ, но глухимъ; про всякое сильное впечатлѣніе могли бы думать, что оно произведено очень близкимъ звукомъ, но сравнительно не сильнымъ, или же дальнимъ звукомъ, но большой интензивности. Чтобы узнать направленіе звука, мы принуждены бы были поворачивать голову въ разныя стороны, чтобы какъ можно лучше услышать звукъ, должны бы были истратить на это порядочное время и тогда бы только могли сказать, въ какомъ направленіи раздался звукъ. Между тѣмъ ночью, въ темнотѣ, когда мы не можемъ контролировать слуховыхъ ощущеній зрѣніемъ, мы ясно узнаемъ, гдѣ находится вскрик-

нувшій человѣкъ; при игрѣ въ прятки короткій звукъ достаточенъ угадчику, чтобы узнать, гдѣ находится спрятавшійся. Дѣйствительно нѣкоторыя физическія неудобства звуковыхъ явленій—таковы: вліяніе теченій воздуха на распространеніе звуковой волны, несовершенство звуковой тѣни, очень легкая отражаемость звука отъ очень многихъ предметовъ и проч., мѣшаютъ намъ опредѣлять разстояніе и направленіе звука. Но, не смотря на это, мы довольно точно локализируемъ звуковыя колебанія.

Чтобы исключить участіе мускуловъ головы и шеи въ локализаціи звуковъ, я укрѣплялъ къ стойкѣ голову испытуемаго субъекта и затѣмъ подносилъ карманные часы въ томъ или другомъ направленіи. Испытуемый всегда вѣрно опредѣлялъ направленіе звука. Никогда испытуемый съ здоровыми ушами не ошибается, идетъ-ли звукъ справа или слѣва, спереди или сзади, всегда узнаетъ раздается-ли звукъ вверху или внизу отъ уха. Испытуемый довольно точно опредѣляетъ слуховой уголъ въ горизонтальной и вертикальной плоскостяхъ и такимъ образомъ узнаетъ о направленіи звука въ пространствѣ. Дѣйствительно есть темныя области для локализированія звука: такъ—звукъ сзади у затылка часто относится кпереди, звукъ у нижней челюсти внизу ея относится къ верху — къ виску, но эти темныя пятна очевидно зависятъ отъ звуковой непрозрачности частей нашего тѣла и отъ отражаемости отъ нихъ звуковыхъ волнъ. Вообще же мы локализируемъ звуки, идущіе къ нашимъ ушамъ въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ, такъ что для даннаго положенія головы слуховое поле локализированныхъ образовъ представляетъ все пространство, среди котораго мы находимся ([3]). Въ учебникахъ физіологіи слуховое поле ограничивается линіями, проходящими чрезъ слуховой проходъ и края ушной раковины ([4]); это также несправедливо, какъ если бы мы стали зрительное поле глаза опредѣлять по пограничнымъ линіямъ *тепловой* проводимости глазнаго яблока. Если мы слышимъ и локализируемъ звуки, идущіе сзади ушныхъ раковинъ, то нужно полагать, что и заднія поверхности раковинъ также воспринимаютъ звуки, какъ и переднія. Когда я покрывалъ заднюю поверхность раковины мягкой каучуковой матеріей, то замѣчалъ, что острота уха къ заднимъ звукамъ рѣзко падала, и кромѣ того терялась способность локализировать задніе звуки; между тѣмъ передніе звуки въ такихъ опытахъ воспринимались также хорошо, какъ обыкновенно. Для опредѣленія воспріятія звуковъ отдѣльными частями раковины я пользовался тонкимъ звуковымъ пучкомъ, который получалъ выходящимъ изъ узкой каучуковой трубки (4 мил. въ діаметрѣ); звукъ въ трубкѣ производился положенными на нее столовыми часами. При этомъ

оказалось: на какую бы часть раковины я ни направлялъ слабый звуковой пучекъ трубки, я все равно слышалъ бой часовъ; звукъ слышанъ былъ, когда я приближалъ конецъ трубки къ вогнутости передней поверхности, точно также былъ слышенъ, когда приближалъ къ какому нибудь пункту выпуклости ея. При направленіи трубки на какой нибудь отдѣлъ задней поверхности раковины звукъ тоже былъ слышенъ. Замѣтно было, что задняя поверхность воспринимаетъ звуковыя волны хуже, чѣмъ передняя—раза въ три, четыре. Такимъ образомъ всѣ части раковины воспринимаютъ звуковые лучи. Въ этой особенности раковины намъ дана возможность воспринимать звуковые лучи, имѣющіе самый разнообразный ходъ въ пространствѣ. Если вставить въ ухо каучуковую трубку сантим. 3 длиною, то звуки, идущіе по оси трубки, слышатся не только не хуже, но даже лучше чѣмъ безъ трубки. Часы, которыя я слышу при наивыгоднѣйшемъ положеніи гооловы на двѣ сажени, при вставленіи трубки слышу на $2^1/_3$ сажени, но за то звуки слабые, падающіе подъ угломъ къ трубкѣ я не слышу, а болѣе сильные — хотя и слышу, но не могу судить объ ихъ направленіи. Равнымъ образомъ при придавливаніи раковинъ пальцами къ головѣ уничтожается способность правильной локализаціи.

Совершенно тоже самое очевидно наблюдалось бы, если бы у насъ не было ушной раковины. Такимъ образомъ ушная раковина имѣетъ назначеніе собирать звуковые лучи не для усиленія ощущеній, (такъ какъ звуки извѣстнаго направленія она ослабляетъ), какъ обыкновенно думаютъ, а для увеличенія сферы доступныхъ нашему воспріятію звуковъ, служитъ къ увеличенію нашего поля локализированныхъ слуховыхъ образовъ. Что касается до анатомическихъ условій, которыя дѣлаютъ раковину способною къ отправленію сказанной функціи, то такія условія, мнѣ кажется, слѣдующія: спиралеобразный типъ углубленій раковины представляетъ собою какъ-бы продолженіе наружнаго слуховаго прохода, на половину срѣзаннаго; онъ даетъ возможность проходу воспринимать звуковые лучи, падающіе подъ различными углами къ нему; воронкообразный типъ раковины обусловливаетъ направленіе переднихъ звуковыхъ лучей въ отверстіе наружнаго прохода; загнутыя края раковины направляютъ въ проходъ задніе лучи. Эти особенности формы раковины дѣлаютъ ее способною воспринимать и передавать въ слуховой проходъ ходъ звуковыхъ лучей съ извѣстною правильностью. Дѣйствіе ея анологично прозрачнымъ средамъ глаза ([5]).

Что касается до тонкости нашей способности локализировать звуки, то она хотя уступаетъ тонкости проецированія свѣтовыхъ явленій, потому что въ ухѣ нѣтъ ретины, нѣтъ того масштаба, на которомъ

задерживаются зрительныя впечатлѣнія, во всякомъ случаѣ—очень точная. Для опредѣленія наименьшаго угла, подъ которымъ мы различаемъ мѣста двухъ звуковъ, я производилъ звукъ одновременно двумя бубенчиками, различающимися по тембру, но, приблизительно, равными по силѣ, и заставлялъ испытуемаго, находящагося впереди меня, на сажень, на двѣ, говорить, какъ бубенчики звучатъ: въ одномъ ли мѣстѣ оба, или въ разныхъ, и который изъ бубенчиковъ уклоненъ въ ту или другую сторону. Оказалось, что при одновременномъ звучаніи бубенцовъ испытуемый могъ точно различить на разстояніи двухъ саженей полутора-вершковое разстояніе бубенцовъ. Если я начиналъ звучать, попеременно, вторымъ бубенцомъ, когда переставалъ первымъ, то разстояніе можно было уменьшить до 0,7, даже до 0,5 вершка. Въ первомъ случаѣ, при одновременномъ звучаніи, опредѣленію угла, подъ которымъ слышались звуки, мѣшало заглушеніе ихъ другъ другомъ. Приблизительно наименьшій уголъ, замѣчаемый нормальными ушами, равняется 0,5—0,3 градуса. Это относится до звуковъ впереди насъ, противъ лица въ одной горизонтальной плоскости, сзади этотъ уголъ больше около 1 град., еще болѣе онъ увеличивается сбоку головы. Въ вертикальной плоскости спереди, противъ головы, уголъ локализаціи довольно точный, около 1 град., въ другихъ мѣстахъ рѣзко увеличивается; надъ головой доходитъ до 10 град.

Итакъ, въ самомъ органѣ слуха заложена способность локализировать звуки въ пространствѣ; слуховое поле локализированныхъ звуковыхъ образовъ есть все пространство, среди котораго мы находимся; функція ушной раковины—увеличить это слуховое поле; она воспринимаетъ лучи переднею и заднею поверхностью; въ формѣ ея заложена возможность передавать въ слуховой проходъ, съ опредѣленной законностью, направленіе волнъ отъ звучащаго тѣла. Наименьшій уголъ локализаціи равняется 0,3 град. при нормальной остротѣ слуха.

Теперь перейду къ локализаціи звуковъ одного тембра и высоты. Локализированіе такихъ звуковъ должно, конечно, подчиняться общимъ законамъ локализаціи звуковъ, но особенность здѣсь та, что два одинаковыхъ по тембру звука, отъ двухъ тѣлъ, могутъ приниматься нашимъ сознаніемъ, какъ звуковые пучки отъ одного звучащаго тѣла, находящагося гдѣ-нибудь въ нашемъ звуковомъ мірѣ. Случай субъективированія двухъ одинаковыхъ по силѣ, высотѣ и тембру звуковъ былъ указанъ профессоромъ Тархановымъ въ «St.-Petersburg. medicinische Wochenschrift», 1878 г., № 43 ([6]). Случай этотъ былъ

данъ профессоромъ темой для моей работы, послужилъ исходнымъ пунктомъ моихъ наблюденій и лежитъ въ основѣ всѣхъ выводовъ моего анализа. Этотъ авторъ наблюдалъ локализированіе двухъ одинаковыхъ звуковъ, такимъ образомъ. Къ вертикальной стойкѣ придѣлана была горизонтальная перекладина въ 1,5 метр. длины съ дѣленіями. На этой перекладинѣ укрѣплялись телефоны такимъ образомъ, что могли сдвигаться по ней и раздвигаться. Телефоны брались Белевскіе, одинаковые по тембру, настроенные на одну силу и помѣщались на одинаковомъ разстояніи отъ стойки. Испытуемый субъектъ садился въ кресло, такъ, что голова его была противъ стойки. Чрезъ телефоны пускался, при послѣдовательномъ ихъ расположеніи, наведенный, прерывистый токъ отъ дюбуа-реймоновскаго аппарата, помѣщеннаго въ другой комнатѣ.

При этомъ И. Р. Тархановъ замѣтилъ, что человѣкъ съ нормальными ушами при помѣщеніи телефоновъ на одинаковомъ разстояніи отъ обоихъ ушей всегда проецируетъ звукъ внутрь головы, именно въ затылкѣ, вверху. Изслѣдуя это явленіе, я нѣсколько видоизмѣнилъ опытъ тѣмъ, что телефоны укрѣпилъ на отдѣльныхъ стойкахъ для того, чтобы видоизмѣнять силу звуковъ телефоновъ, раздвигая ихъ на болѣе замѣтныя, длинныя разстоянія и чтобы имѣть возможность ставить ихъ въ различныхъ направленіяхъ къ испытуемому—внереди его, сзади, внизу уха, вверху. Кромѣ того, замыкатель тока помѣщался возлѣ испытуемаго, такъ что онъ могъ заставлять звучать телефоны въ любое время и любой срокъ; вмѣсто индуктивнаго тока, иногда брался токъ постоянный. Удерживая все время телефоны на одинаковомъ разстояніи, напримѣръ, на два метра отъ срединной плоскости головы, т. е. отъ плоскости, проходящей чрезъ сагитальный разрѣзъ головы, но передвигая ихъ то кпереди, то кзади отъ головы (только совершенно симметрично оба), я замѣтилъ, что во всѣхъ этихъ случаяхъ звукъ слышался испытуемымъ, какъ одинъ и всегда проэцировался въ срединную плоскость тѣла. При этомъ замѣчалось, что когда телефоны были спереди, одиночный звуковой образъ проецировался кпереди субъекта; когда они помѣщались сзади и звуковой образъ передвигался кзади. По мѣрѣ сдвиганія телефоновъ съ передняго ихъ положенія кзади, звуковой образъ постепенно перемѣщался спереди назадъ, и когда телефоны были, приблизительно, въ слуховой оси—звукъ проецировался въ затылокъ. Въ разобранныхъ случаяхъ телефоны все время помѣщались на горизонтальной слуховой плоскости, т. е. въ плоскости, проходящей чрезъ слуховые проходы, въ горизонтальномъ направленіи. Но телефоны можно было симметрично приподнять кверху

или помѣстить ниже горизонтальной слуховой плоскости—и тогда звуки ихъ тоже сливались въ одинъ звуковой образъ, находившійся, смотря по положенію телефоновъ, соотвѣтственно, вверху или внизу отъ горизонтальной плоскости. Между прочимъ, получался звуковой образъ въ шеѣ, груди, животѣ, когда телефоны помѣщались на уровнѣ ихъ. Телефоны можно было на одинаковое разстояніе оба приблизить или отдалить отъ срединной плоскости—и звукъ, все равно, проецировался въ среднюю плоскость. Коротко сказать, когда телефоны были симметрично расположены по отношенію къ срединной плоскости головы, звукъ ихъ всегда проецировался, какъ одинъ, въ эту плоскость—случай звука въ затылкѣ, одинъ изъ безчисленнаго числа подобныхъ.

Объясняется, по моему мнѣнію, въ этихъ опытахъ проецированіе звука въ срединную плоскость физическими условіями направленія звуковыхъ лучей и силы ихъ въ данномъ случаѣ. Всякій звукъ, произведенный въ срединной плоскости, дѣйствуетъ на наши уши съ одинаковой силой впечатлѣній, по этой одинаковости силы впечатлѣній въ обоихъ ушахъ, мы и относимъ его въ среднюю плоскость. Когда звучащій предметъ будетъ сдвинутъ немного въ сторону отъ этой плоскости, и на одно ухо звукъ будетъ падать сильнѣе, чѣмъ на другое— мы этотъ звукъ будемъ относить подъ угломъ къ средней плоскости, въ сторону уха, на которое произведено большее впечатлѣніе. Въ случаѣ звучанія двухъ совершенно одинаково настроенныхъ телефоновъ, помѣщенныхъ на одинаковомъ разстояніи отъ средней плоскости, получаются тоже впечатлѣнія въ обоихъ ушахъ совершенно одинаковой силы—и потому звукъ проецируется нами въ среднюю плоскость. Можно пояснить мои соображенія другимъ путемъ. Поставимъ два одинаково звучащихъ телефона, хотя впереди себя на четыре аршина, рядомъ, по бокамъ средней плоскости. Тогда, конечно, эти два звучащія рядомъ телефона, будутъ слышаться, какъ одинъ, мы ихъ не разберемъ другъ отъ друга по тембру, потому что они въ этомъ отношеніи одинаковы, и не различимъ ихъ по направленію, потому что звукъ ихъ раздается въ одномъ мѣстѣ. Въ этомъ случаѣ впечатлѣнія отъ двухъ телефоновъ въ обоихъ ушахъ сольются въ одно ощущеніе также, какъ два звуковые пучка, падающіе на оба уха отъ одного звучащаго предмета, даютъ одно ощущеніе. Если теперь мы станемъ раздвигать телефоны на одинаковое растояніе отъ средней плоскости, то мы будемъ слышать звукъ опять одинъ, потому, что при совершенно одинаковомъ тембрѣ мы не будемъ имѣть возможности ихъ отличить. Слитой образъ непремѣнно будетъ нами проэцированъ въ среднюю плоскость, потому что въ правую сторону отъ нея мы могли бы отнести звукъ тогда,

когда болѣе бы былъ сдвинутъ въ эту сторону правый телефонъ, когда болѣе сильный пучекъ падалъ-бы на правое ухо и въ лѣвую—когда болѣе-бы сдвинутъ былъ лѣвый; когда же телефоны отодвинуты на какое-бы ни было равное разстояніе отъ средней плоскости, то звукъ мы и не отнесемъ ни въ ту, ни въ другую сторону, стало быть, будемъ проецировать его въ среднюю плоскость. При удаленіи или при приближеніи телефоновъ, сохраняющихъ свое симметрическое положеніе къ головѣ въ переднезаднемъ или вертикальномъ измѣреніи мы будемъ слышать звукъ дальше или ближе. При сдвиганіи ихъ кзади—будемъ слышать звукъ сзади, при положеніи телефоновъ въ слуховой оси—звукъ будетъ слышенъ въ головѣ.

Томпсонъ ([6]) говоритъ, что при слушаніи двухъ телефоновъ, когда одинъ звучитъ сильнѣе, то слышится звукъ только однимъ ухомъ, со стороны котораго болѣе сильный телефонъ, а другое ухо является какъ бы глухимъ. Это не совсѣмъ вѣрно. Дѣйствительно при томъ расположеніи телефоновъ, когда ихъ ставятъ непремѣнно сбоку головы по слуховой оси, это могло казаться, потому что звукъ въ этомъ случаѣ слышится одинъ и проэцируется въ сторону сильнаго телефона, такъ что со стороны слабаго телефона звука нѣтъ для насъ. Но если два телефона помѣстимъ впереди на метръ и по сторонамъ отъ средней плоскости на метръ, то ясно замѣтимъ, что когда одинъ телефонъ, правый хотя, звучитъ сильнѣе другаго, лѣваго, — звукъ мы слышимъ справа отъ средней плоскости, но не въ томъ направленіи, не подъ тѣмъ угломъ къ плоскости, какъ когда звучитъ одинъ правый телефонъ, а въ направленіи — ближе къ средней плоскости, подъ угломъ меньшимъ къ ней. Чѣмъ сильнѣе будетъ звучать правый телефонъ, тѣмъ этотъ уголъ будетъ больше; чѣмъ сильнѣе лѣвый — тѣмъ уголъ меньше. Слабый лѣвый телефонъ, начиная звучать, отодвигаетъ звуковой образъ въ свою сторону, такъ что направленіе слышимаго образа соотвѣтствуетъ какъ бы діагонали силъ впечатлѣній отъ звуковъ телефоновъ. Вмѣсто праваго сильнымъ мы могли взять лѣвый телефонъ, или верхній и т. д., разстоянія телефоновъ тоже могли бы взять любыя, и всегда звукъ проэцируется какъ бы по діагонали силъ телефоновъ. Если помѣщались два одинаковыхъ по силѣ телефона, одинъ на метръ спереди головы, другой на метръ съ боку праваго уха, то звуковой образъ казалось находится подъ угломъ около 40°/o къ средней плоскости. Если одинъ телефонъ поставить спереди, другой сзади, то звукъ слышенъ тоже одинъ и проэцируется или спереди или сзади го-

ловы въ разныхъ разстояніяхъ—смотря по тому—звучитъ ли сильнѣе передній или задній. При извѣстномъ расположеніи звукъ можно слышать въ головѣ. Вообще разное направленіе телефоновъ опредѣляетъ различное положеніе слитаго звуковаго образа въ другихъ измѣреніяхъ, но отнесеніе образа вправо или влѣво зависитъ отъ разности силъ впечатлѣній въ томъ и другомъ ухѣ. Въ опытѣ Томпсона при расположеніи телефоновъ по слуховой оси замѣчается тоже самое: именно когда начинаетъ звучать слабый лѣвый телефонъ, то звукъ сильнаго праваго телефона нѣсколько приближается къ намъ, насколько это обусловливается разностью силъ впечатлѣній въ обоихъ ушахъ, но остается все таки съ правой стороны, пока правый телефонъ звучитъ сильнѣе.

Точное опредѣленіе дѣйствія закона отнесенія звука по разности ощущеній въ обоихъ ушахъ сильно затемняется тѣмъ обстоятельствомъ, что при слушаніи двухъ телефоновъ каждымъ ухомъ мы слышимъ звукъ не одного телефона, но двухъ, потому что звуковая тѣнь очень не совершенна; затѣмъ здѣсь вмѣшивается вліяніе отраженныхъ волнъ, такъ что на каждое ухо кромѣ дѣйствія звука телефона этой стороны дѣйствуетъ отраженный звукъ этого и другаго телефона; здѣсь вмѣшивается вліяніе направленія звуковыхъ волнъ, которое будетъ понятно намъ только тогда, когда мы найдемъ законы отнесеній звука въ переднезаднемъ сегментѣ и въ вертикальной плоскости; можно предполагать въ отнесеніи звука вправо или влѣво вліяніе одновременнаго дѣйствія разныхъ фазъ волны.

Если въ одномъ изъ телефоновъ при такомъ расположеніи ихъ, что звукъ слышится въ головѣ, измѣнить направленіе тока, то по Томпсону сліянія впечатлѣній отъ этихъ двухъ телефоновъ уничтожается, потому что въ такомъ случаѣ удаленіе пластинки одного телефона совпадаетъ съ такимъ же удаленіемъ пластинки другого, т. е. одинаковыя звуковыя фазы дѣйствуютъ на оба уха одновременно; но только одновременное дѣйствіе разныхъ фазъ звуковой волны вызываетъ сліяніе впечатлѣній.

Послѣднее положеніе я не отрицаю при извѣстной быстротѣ волны, но главная причина не сліянія звуковъ при опытѣ, мнѣ кажется, другая. Если при разстояніи телефоновъ на 0,5 метр. отъ ушей лѣвый телефонъ, въ которомъ мы измѣнили направленіе тока, сдвинимъ изъ прежняго положенія всего на два на три сантиметра или измѣнимъ силу этого телефона поворотомъ его винта, сліяніе уже получается. Сдвиганіемъ телефона на 3 сант. при быстротѣ звуковой волны 0,01, и поворотомъ винта въ телефонѣ мы не измѣнимъ времени фазъ волнъ, дѣйствующихъ на наши уши, а между тѣмъ

сліяніе является. Мнѣ кажется, что въ данномъ случаѣ при перемѣнѣ направленія тока въ одномъ телефонѣ для прежняго положенія головы сліянія образовъ нѣтъ потому, что звукъ въ этомъ телефонѣ измѣняется въ силѣ и въ началѣ кромѣ того измѣняется и въ тэмбрѣ. Что звукъ дѣйствительно мѣняется въ телефонѣ при перемѣнѣ направленія тока это вполнѣ ясно для моего уха, такъ что, не видя въ какомъ направленіи пускался токъ въ телефонѣ, я по звуку узнавалъ всегда, звучитъ-ли телефонъ при прежнемъ направленіи тока или при другомъ. Причина измѣненія звука во первыхъ та, что если при первоначальномъ направленіи тока притягиваніе пластинки обусловливалось замыканіемъ цѣпи, то при второмъ направленіи оно обусловливается размыканіемъ цѣпи, а эфектъ замыканія и размыканія вообще различенъ; вторая причина та, что сила притяженія, дѣйствующая на пластинку при одномъ и другомъ направленіи тока, разная: если прежде эта сила равнялась силѣ магнита + сила замыкательнаго тока спирали телефона въ фазѣ разрѣженія звуковой волны и силѣ магнита — сила размыкательнаго тока въ фазѣ сгущенія; то при обратномъ токѣ эта сила въ фазѣ разрѣженія = силѣ магнита + сила размыкательнаго тока, въ фазѣ сгущенія = силѣ магнита — сила замыкательнаго тока телефона.

Совершенно, аналогично дѣйствію звуковыхъ пучковъ, падающихъ на наши уши отъ двухъ одинаковыхъ по тэмбру телефоновъ, дѣйствуютъ звуковые пучки, идущіе на оба уха отъ одного звучащаго предмета. Такимъ образомъ, отнесеніе звука какого нибудь предмета вправо или влѣво отъ средней плоскости, подъ тотъ или иной уголъ къ ней, опредѣляется разницею впечатлѣній отъ этого звука въ томъ и другомъ ухѣ, строится какъ бы по діагонали силъ впечатлѣній въ правомъ и лѣвомъ ухѣ. Согласно этому положенію, мы заткнувъ плотно одно ухо и заставляя звучать то правый, то лѣвый телефонъ звуками на столько слабыми, что при затыканіи другаго уха чрезъ кости головы, звукъ не слышился, однимъ правымъ ухомъ мы, не можемъ разобрать—звучитъ ли правый или лѣвый телефонъ, такъ какъ въ томъ и другомъ случаѣ звукъ кажется идущимъ справа.

Впрочемъ, мы пользуемся не одной только разницей въ силѣ впечатлѣній, полученныхъ тѣмъ и другимъ ухомъ, въ опредѣленіи — въ какую сторону и насколько данный звукъ удаленъ отъ средней плоскости. Такъ, заткнувъ ватой правое ухо, мы правильно можемъ узнать направленіе звука бубенчика, хотя правое ухо получаетъ въ этомъ случаѣ меньшее противъ нормальнаго впечатлѣніе, и посему, если бы мы руководствовались одной разницей впечатлѣніе, мы отнесли бы звукъ нѣсколько болѣе въ лѣвую сторону противъ дѣйствительнаго положенія.

Мнѣ кажется, въ такомъ случаѣ, при опредѣленіи направленія звука, мы принимаемъ безсознательно во вниманіе относительную глухоту праваго уха, знаемъ ея степень и соотвѣтственно этому дѣлаемъ поправку въ направленіи звука. За это говоритъ то, что въ началѣ послѣ затыканія уха, мы ошибаемся въ направленіи слабыхъ звуковъ, а при послѣдующихъ опытахъ начинаемъ вѣрнѣе судить о направленіи. Узнаемъ степень оглохлости одного уха по сравненію впечатлѣній отъ сильнаго звука, доходящихъ до нашего сознанія чрезъ костную проводимость и чрезъ слуховой проходъ. На это указываетъ то, что сильные звуки, когда одно ухо заткнуто ватой, мы сразу локализируемъ правильно; слабые же въ началѣ—не вѣрно. Кромѣ того, при оглохлости одного уха, въ опредѣленіи направленія звука мы пользуемся другимъ моментомъ, который тоже дѣйствуетъ въ горизонтальной плоскости, существованіе котораго, теперь же а priori должны признать, ибо разностью впечатлѣній мы никакъ не могли бы отличить положеніе звука въ переднемъ сегментѣ отъ положенія въ заднемъ.

Въ русскомъ переводѣ физіологіи Фостера, т. II, ст. 236, профессоръ Тархановъ предлагаетъ воспользоваться явленіемъ проэкціи звука внутрь головы, для опредѣленія относительной остроты того и другаго уха; именно, онъ предлагаетъ воспользоваться относительнымъ разстояніемъ телефоновъ совершенно одинаково настроенныхъ, на которое нужно придвинуть ихъ, чтобы слышать звукъ въ головѣ. Къ уху съ болѣе тупымъ слухомъ телефонъ нужно будетъ придвинуть ближе, чѣмъ къ другому уху. По различному разстоянію телефоновъ, мы можемъ разсчитать силу, съ какою они дѣйствуютъ на уши; и такимъ образомъ, если бы для помѣщенія звука въ голову требовалось равенство силъ ощущеній въ томъ и другомъ ухѣ, мы могли бы вычислить относительную тонкость слуха обоихъ ушей.

При подобномъ способѣ опредѣленія остроты слуха, прежде всего мы встрѣтимся съ слѣдующими физическими неудобствами опыта. Приближая правый, напримѣръ, телефонъ къ правому уху, мы усилимъ впечатлѣніе отъ этого телефона, усилимъ звукъ телефона обратно пропорціонально квадратамъ разстояній его въ первоначальномъ положеніи и послѣднемъ, но въ то же время усилимъ и звукъ, воспринимаемый лѣвымъ ухомъ, такъ какъ этотъ звукъ слагается изъ звука лѣваго телефона и праваго, потому что звуковая тѣнь очень не совершенна, а это усиленіе звука для лѣваго уха, для насъ неопредѣлимо. Затѣмъ, настроить телефоны совершенно одинаково по силѣ очень трудно. Впро-

чѣмъ первое неудобство пожалуй можно устранить тѣмъ, что будутъ взяты звуки очень слабые — на столько, что звукъ праваго телефона не будетъ слышенъ лѣвымъ ухомъ при заткнутомъ правомъ. Второе неудобство я устранялъ тѣмъ, что сажалъ испытуемаго сначала правымъ ухомъ къ телефону A, а лѣвымъ къ телефону B; затѣмъ пересаживалъ испытуемаго лицомъ къ стойкѣ, такъ что онъ лѣвымъ ухомъ слышалъ A, правымъ B. Если обозначимъ силу праваго телефона чрезъ A, лѣваго чрезъ B; остроту праваго уха чрезъ p, — лѣваго чрезъ p_1; растояніе телефоновъ въ первомъ положеніи чрезъ a для A, для B чрезъ b, во второмъ положеніи чрезъ a_1 и b_1: то при положеніи затылкомъ къ стойкѣ можно составить уравненіе $\frac{Ap}{a^2}=\frac{Bp_1}{b^2}$, а при второмъ положеніи составится $\frac{Ap_1}{a_1^2}=\frac{Bp}{b_1^2}$; перемноживъ уравненія $\frac{A^2}{a^2}\frac{pp_1}{a_1^2}=\frac{B^2}{b^2}\frac{pp_1}{b_1^2}$ (1) и, принявъ силу лѣваго телефона и остроту лѣваго уха за единицы, мы будемъ имѣть $p=\frac{a}{a_1}\frac{b_1}{b}$. По этой формулѣ мы могли бы опредѣлить остроту одного уха сравнительно съ таковою другаго. Оказывается, что при затыканіи ватой праваго уха въ началѣ опытовъ $\frac{a}{a_1}\frac{b_1}{b}<1$, $p<p_1$, но далеко не настолько, какъ это оказывается изъ опредѣленія p и p_1 часами; притупленіе слуха изъ расчета съ телефонами выходитъ въ два три и болѣе разъ меньше чѣмъ изъ расчета съ часами. При послѣдующихъ опытахъ $\frac{a}{a_1}\frac{b_1}{b}$ оказывается равной 1, $p=p_1$. Въ этомъ опытѣ, оказывается, мы тоже можемъ опредѣлить тупость одного уха и соотвѣтственно притупленію слуха передвигаемъ звукъ въ сторону глухаго уха, гдѣ ощущеніе меньше; очевидно здѣсь опять вмѣшивается тотъ моментъ, на который я выше указывалъ, дѣйствіе котораго сливается въ горизонтальной плоскости съ дѣйствіемъ разности впечатлѣній. Сказанное расположеніе телефоновъ и указанная формула (1) не могутъ служить къ опредѣленію относительной остроты слуха.

Но такъ какъ p всегда ровно p_1 особенно при нормальныхъ ушахъ то формулой (1) очень удобно пользоваться для опредѣленія сравнительно силы A и B. (Hughes пользовался субъективированіемъ звука телефоновъ для настраиванія ихъ на одинаковую силу). $A=B\frac{a\,a_1}{b\,b_1}$ или проще $A=B\frac{a^2}{b^2}$. Такимъ путемъ, слушая чрезъ телефоны, я могу сравнить силу какихъ бы то ни было (двухъ) одинаковыхъ по тембру и высотѣ звуковъ; признавъ одинъ какой нибудь звукъ за единицу, силу другихъ звуковъ того же тембра могу выразить въ единицахъ звука. Точно также легко вычислить измѣненіе силы одного и того-же

телефона подъ вліяніемъ какихъ-нибудь причинъ: напримѣръ, въ телефонѣ, введенномъ въ цѣпь Дюбуа-Реймоновскаго аппарата, подъ вліяніемъ усиленія первичнаго тока, подъ вліяніемъ удаленія вторичной спирали. Введя телефонъ A въ цѣпь катушки, которую я поставилъ около Дюбуа-Реймон. аппарата и, принявъ звукъ этого телефона за единицу, я слушалъ этотъ звукъ одновременно съ звукомъ телефона B, который былъ соединенъ съ катушкой самаго аппарата. По сказанной формулѣ я приблизитльно могъ вычислить, что при сдвиганіи катушки аппарата съ 10 дѣленія на 15, 20, 25, 30, 35 сила талефона B, послѣдовательно была равна 5,3; 1,2; 0,52; 0.11; 0,01 A.

Во всякомъ случаѣ идея Тарханова въ основѣ своей совершенно вѣрна, и ею, какъ увидимъ ниже, можно воспользоваться для опредѣленія относительной остроты слуха обоихъ ушей, соединяя телефоны съ ушами посредствомъ каучуковыхъ трубокъ.

Итакъ въ слушаніи двумя ушами мы имѣемъ факторъ для точнаго опредѣленія направленія звука въ ту или другую сторону отъ средней плоскости головы, но и въ этомъ отношеніи этотъ факторъ не единственный. Способность опредѣлять—идетъ-ли звукъ спереди, сзади, сверху или снизу, заложена въ устройствѣ одного уха.

Заткнувъ одно правое ухо пальцемъ такъ, чтобы этимъ ухомъ мы не могли слышать боя часовъ, лѣвымъ ухомъ мы прекрасно опредѣляемъ—откуда несется бой часовъ—спереди или сзади, сверху или снизу отъ слуховаго прохода, также вѣрно узнаемъ это какъ при слушаніи двумя ушами. Какой же аппаратъ даетъ намъ возможность судить о такомъ положеніи звука внѣ насъ? Обыкновенно приписываютъ это поворотамъ головы, мышцамъ шеи. Это конечно не вѣрно: всякій очень легко можетъ убѣдиться на себѣ, что, неповорачивая головы, онъ отлично различаетъ, раздался-ли звукъ спереди или сзади. Поворотомъ головы или всего тѣла человѣкъ можетъ поставить уши въ наиболѣе благопріятное для воспріятія звука положеніе; но вѣдь при разсматриваніи предметовъ, чтобы лучше видѣть, мы тоже должны повернуть голову средней плоскостью приблизительно перпендикулярно къ разсматриваемой области впереди ея, но никто неговоритъ, что проэкція образовъ зрѣнія основана на поворотахъ головы. Укрѣпивъ голову, я отлично различалъ откуда идетъ звукъ, тоже наблюдалось надъ всякимъ субъектомъ съ здоровыми ушами. Въ литературѣ физіологіи и психологіи вездѣ повторяется, что въ сужденіи о направленіи звука играетъ главную роль ушная раковина (7); если звукъ

идетъ спереди, то мы благодаря роковинѣ слышимъ звукъ сильнѣе, сзади—слабѣе, по силѣ звука мы и узнаемъ, находится-ли звучащій предметъ спереди или сзади. Mach ([8]) кромѣ того указываетъ на значеніе разницы въ оттѣнкѣ звучности при разныхъ положеніяхъ раковины къ звуковому источнику. Подобныя объясненія не выдерживаютъ критики. По силѣ, по тембру зрука мы еще могли бы судить о положеніи предмета, если бы точно знали разстояніе его отъ насъ, въ точности помнили бы силу ощущенія этого звука, тэмбръ его при прежнихъ опытахъ. Про мало знакомый звукъ, про звукъ на неизвѣстномъ разстояніи мы совсѣмъ не могли бы сказать, сзади онъ или спереди, сверху или снизу. Получая извѣстной силы ощущеніе, мы бы никогда не могли рѣшить вызвано-ли оно звукомъ сильнымъ, но находящимся далеко отъ насъ впереди, или звукомъ сзади—но близко отъ насъ. Угадываніе звука по оттѣнку возможно бы было только при поворотѣ головы. Между тѣмъ, когда мы услышимъ какой либо шумъ, въ первый разъ, мы отлично узнаемъ—откуда онъ несется. Фактъ, что при выполненіи неровностей раковины мягкой массой ([9]) мы затрудняемся судить о направленіи звука, указываетъ, что раковина имѣетъ значеніе въ собираніи звуковыхъ лучей въ слуховой проходъ, и зависитъ отъ того, что при неправильномъ поступленіи лучей въ проходъ мы не можемъ правильно судить о ходѣ ихъ внѣ насъ, также какъ при неправильной кривизнѣ роговицы мы неправильно судимъ о формѣ предмета, но выводить изъ этого факта, что раковина играетъ дѣятельную роль въ проецированіи звуковыхъ образовъ, мы не имѣемъ рѣшительно никакого основанія, также какъ и роговицѣ не можемъ приписывать значенія въ сужденіи о положеніи предметовъ въ зрительномъ полѣ. Если бы ушныя раковины были подвижны и мы могли бы направлять ихъ на звучащій предметъ, такъ чтобы съ наибольшей силой воспринять звукъ, тогда мы могли бы пользоваться мышечнымъ усиліемъ, употребленнымъ на поворотъ раковины, по немъ мы могли бы судить о положеніи звучащаго тѣла въ пространствѣ. Животныя очевидно пользуются этой особенностью своихъ раковинъ, но у человѣка ушная раковина неподвижна. Если козелокъ и можетъ нѣсколько двигаться подъ вліяніемъ сокращенія его мышцы, то эти движенія крайне ограничены чтобы имъ можно было приписать серьезное значеніе въ большей или меньшей степени направленія лучей. Движенія козелка ассоціированы съ движеніями глазъ, они едва уловимы; что они не имѣютъ существеннаго значенія въ проецированіи звуковъ, указываетъ то, что при придерживаніи козелка рукой мы все разно хорошо опредѣляемъ направленіе звука.

Всѣ звуковыя волны, падающія, на нашъ слуховой аппаратъ въ

какомъ бы нибыло направленіи, проходя черезъ систему рычаговъ, которую представляютъ слуховыя косточки могутъ дѣйствовать на перепонку овальнаго окна только въ одномъ направленіи, надавливая перепонку на жидкость предверія и отклоняя перепонку. Различное направленіе силы на рукоятку молоточка пропадаетъ въ сочлененіяхъ косточекъ, или же если достигаетъ до внутренняго уха, то развѣ въ формѣ колебаній силы впечатлѣнія. Такимъ образомъ, во внутреннемъ ухѣ у насъ не можетъ быть никакихъ самостоятельныхъ данныхъ для сужденія о направленіи звука.

Если нельзя приписать значенія въ проецированіи звука наружному уху и внутреннему—невольно является вопросъ: не выполняетъ-ли эту задачу барабанная перепонка или ея мускулъ tensor tympani? Веберъ предполагалъ, что въ объективированіи звуковъ имѣетъ важное значеніе осязательное чувство перепонки ([10]), а возможность такого значенія tensoris tympani допускалъ Вундтъ ([1]). Если критика этихъ предположеній какъ увидимъ ниже, и указываетъ на ихъ полную неосновательность, то она не отрицаетъ возмозможности, чтобы совмѣстное дѣйствіе этихъ органовъ играло роль въ объективированіи и даже вообще въ локализаціи слуховыхъ ощущеній.

Наблюдая больныхъ съ дефектами барабанныхъ перепонокъ, я замѣтилъ, что всѣ видѣнные мною 30 человѣкъ съ дефектами въ передненижнемъ сегментѣ перепонки не могли различить—въ какомъ направленіи я держалъ часы—сзади ли, спереди, сверху или снизу отъ ихъ больныхъ ушей; между тѣмъ люди, страдавшіе разными катаррами наружнаго уха, отлично опредѣляли положеніе часовъ. Два смышленые солдата, имѣвшіе дефекты въ обоихъ ушахъ, но которыхъ острота слуха была очень порядочная, (они слышали бой часовъ на разстояніи метра) прямо жаловались не на ослабленіе слуха, а на то, что не могутъ разобрать откуда ихъ зоветъ кто-либо—спереди или сзади; чтобы разобрать это они принуждены дѣлать поворотъ головы и тогда по большему ощущенію въ томъ или другомъ ухѣ судятъ о положеніи зовущаго ихъ. Чтобы гной не измѣнялъ хода лучей въ ушахъ, я предварительно предъ изслѣдованіемъ больныхъ промывалъ уши и, когда уши обсыхали, изслѣдовалъ ихъ слухъ; все равно больные не могли судить о направленіи звука и при такой предосторожности; впрочемъ у большинства гноя не было совсѣмъ. Что въ неспособности судить о направленіи звука не играетъ роль тупость слуха — говорили мнѣ наблюденія надъ больными, у которыхъ слухъ былъ довольно порядочный; они слышали часы на метръ и болѣе. Затѣмъ, былъ больной, у котораго оглохлость уха съ дефектомъ перепонки была менѣе тупости

другаго уха съ цѣльной перепонкой, и тѣмъ не менѣе больной ухомъ тупымъ съ цѣльной перепонкой узнавалъ вѣрно направленіе звука, а ухомъ съ дефектомъ—не могъ судить о направленіи звука. Для примѣра я сообщу исторіи болѣзней нѣкоторыхъ больныхъ, которыхъ я, благодаря любезности доктора Гейне, наблюдалъ въ ушномъ отдѣленіи Николаевскаго госпиталя.

Нижній чинъ Сидоровъ боленъ съ 15-ти лѣтъ, имѣетъ дефектъ въ перепонкѣ праваго уха въ переднемъ сегментѣ, рукоятка молоточка оттянута; бой часовъ слышитъ при приложеніи ихъ къ раковинѣ, отдѣленія изъ уха почти нѣтъ. Для изслѣдованія уха я употреблялъ маленькіе бубенчики. Лѣвымъ ухомъ больной точно различалъ—звучалъ-ли передній или задній бубенчикъ, верхній или нижній; правымъ рѣшительно не могъ разобрать—гдѣ былъ звукъ, сверху или снизу, спереди или сзади. Говоритъ, что звучитъ въ головѣ, въ самой глубинѣ уха.

Иванъ Зонтиковъ имѣетъ дефектъ около трети барабанной перепонки праваго уха, въ переднемъ сегментѣ; въ лѣвой перепонкѣ дефектъ въ нижнемъ сегментѣ,—съузился почти до перфораціи. Отдѣленіе умѣренное. Тупость слуха: золотые часы слышитъ на децим. Ни слабый, ни сильный звонъ бубенчиковъ не различаетъ — откуда онъ раздается; говоритъ, что звенитъ въ головѣ, въ глубинѣ ушей. Звенитъ-ли бубенчикъ справа или слѣва—узнаетъ по большей силѣ звука въ томъ или другомъ ухѣ.

Цезарь Гровсковскій боленъ съ 12-ти лѣтъ послѣ паденія со втораго этажа, имѣетъ дефектъ барабанной перепонки лѣваго уха въ нижнемъ сегментѣ; течи нѣтъ. Слышитъ лѣвымъ ухомъ золотые часы на 9-ть сант., правымъ слышитъ почти нормально. Лѣвымъ совсѣмъ не различаетъ—откуда раздается звукъ, говоритъ, что слышитъ его вдали, точно въ трубѣ. Правымъ ухомъ вѣрно различаетъ положеніе бубенчика спереди, сверху, снизу; когда бубенчикъ звучитъ сзади, то больной говоритъ, что не знаетъ гдѣ.

Афонасій Романенко страдаетъ otite media, боленъ съ дѣтства. Дефектъ лѣваго барабана въ нижнемъ сегментѣ, утолщеніе слизистой оболочки въ лѣвой барабанной полости, течи нѣтъ. Тупость слуха такая, что бой часовъ слышитъ на 10 сант.; дефектъ послѣднее время уменьшается. Правымъ ухомъ слышитъ и различаетъ направленіе звука хорошо. Лѣвымъ ухомъ никогда не различаетъ передній звукъ отъ задняго; говоритъ, что не знаетъ, гдѣ звучитъ. Звучитъ-ли верхній или нижній бубенчикъ больной различаетъ (хотя не всегда).

Яковъ Корзуновъ боленъ съ дѣтства, дефектъ праваго барабана въ

нижнемъ сегментѣ, грануляціи слизистой оболочки барабанной полости; едва слышитъ бой золотыхъ часовъ при приложеніи ихъ къ раковинѣ. Лѣвое ухо нормально. Здоровымъ ухомъ всегда точно различаетъ—гдѣ звукъ; правымъ ухомъ никогда не можетъ опредѣлить — откуда идётъ звукъ бубенчиковъ; больному кажется, что звукъ въ головѣ, въ глубинѣ праваго уха.

Яковъ Коробейникъ боленъ съ малолѣтства; дефекты въ переднихъ сегментахъ перепонокъ обоихъ ушей, отдѣленія почти нѣтъ; въ последнее время дефекты уменьшились. Слышитъ бой часовъ на 8 сант.; обоими ушами не различаетъ направленія звука бубенчиковъ.

Егоръ Синичкинъ. Otitis media, дефектъ въ передненижнемъ квадрантѣ праваго уха. Въ лѣвомъ ухѣ небольшая перфорація внизу, течи почти нѣтъ; слышитъ лѣвымъ ухомъ бой серебрянныхъ часовъ, когда они приближены почти къ самой раковинѣ; этимъ ухомъ хорошо опредѣляетъ—который звучитъ бубенчикъ: верхній, нижній, передній или задній. Правымъ ухомъ слышитъ бой золотыхъ часовъ на 12 сант., не разбираетъ, откуда идетъ звукъ — спереди или сзади, снизу или сверху; думаетъ, что звукъ снаружи, какъ будто въ трубѣ. Слышитъ голосъ очень хорошо, но отдѣльныя слова представляются неразборчивыми.

Федоръ Ивановъ. Дефектъ лѣваго барабана въ нижнемъ сегментѣ, течи нѣтъ. Правымъ ухомъ слышитъ золотые часы на 18 сант., лѣвымъ—на 10 сант. Правымъ отлично различаетъ направленіе звука; лѣвымъ—не можетъ разобрать, гдѣ звучатъ часы, ихъ тикъ-такъ слышится какъ-бы въ трубѣ.

Ивановъ и Романенко, съ заросшими дефектами, хорошо различаютъ звукъ во всѣхъ направленіяхъ.

Алексѣй Федотовъ, съ небольшой перфораціей, различаетъ направленіе звука, но часто ошибается; звукъ кажется идущимъ изъ трубы.

Иванъ Михайловъ, имѣющій перфорацію въ передне-нижнемъ квадрантѣ, неразличаетъ лѣвымъ ухомъ передняго звука отъ задняго; ошибается,—сверху или снизу онъ идетъ. Правымъ различаетъ всѣ направленія, кромѣ задняго. Острота слуха: слышитъ золотые часы на 13 сант.

Относительно всѣхъ наблюденій, я долженъ замѣтить, что въ добросовѣстности показаній больныхъ я вполнѣ убѣжденъ; лицъ, начинавшихъ преувеличивать свою глухоту, я оставлялъ безъ изслѣдованія; впрочемъ, такихъ изъ солдатъ крестьянскаго сословія не было ни одного. Эти-же самые солдаты, не различавшіе направленія звука боль-

нымъ ухомъ, другимъ ухомъ, здоровымъ всегда очень точно опредѣляли это направленіе.

Относительно солдатъ и лицъ простаго класса съ здоровыми ушами я вообще замѣтилъ, что какова бы ни была острота ихъ слуха, они всегда правильнѣе опредѣляли направленіе звука, чѣмъ я и мои интеллегентные знакомые. Острота слуха, опредѣляемая мной разстояніемъ, на которомъ слышался бой карманныхъ часовъ, нѣсколько меньше дѣйствительной, потому что я изслѣдовалъ слухъ днемъ, когда посторонніе звуки мѣшаютъ слышанью часовъ, тѣмъ болѣе для лицъ съ дефектами перепонокъ. Такіе больные, по моему наблюденію, слышатъ силу звука далеко не такъ плохо, какъ характеръ звука. Лица съ дефектами слышатъ разговоръ на значительномъ разстояніи, но слова разбираютъ плохо. Источниками звука у меня служили или карманные часы, если больной слышалъ ихъ на достаточномъ разстояніи, или маленькія (въ 7 милим. въ діаметрѣ) бубенчики. Часы приходилось держать на близкомъ разстояніи, на 10 сант. отъ уха; бубенчики—на 3—7 центим. Бубенчики звучали или сильно, или слабо (при затыканіи уха не слышно). При сильныхъ и слабыхъ звукахъ результатъ получался одинъ и тотъ же: больной все равно не могъ правильно опредѣлить направленіе звука. Чтобы испытуемый не могъ догадаться о положеніи бубенчиковъ по движенію воздуха и по теплотѣ отъ моей руки, я всегда производилъ движенія обѣими руками одновременно. Глаза испытуемаго были, конечно, закрыты. Величина дефекта была около трети барабанной перепонки.

Изъ факта, что больные съ дефектами передне-нижнихъ сегментовъ барабанныхъ перепонокъ теряютъ способность судить о направленіи звука, видно, что перепонка играетъ существенную роль въ локализаціи слуховыхъ ощущеній, присутствіе ея есть conditio sine qua non проецированіе звука въ прастранство.

Но при какихъ условіяхъ барабанная перепонка можетъ выполнять свою функцію?

Если плотно заткнуть пальцами одно ухо испытуемаго и затѣмъ производить звукъ достаточно звонкимъ колокольчикомъ, то испытуемый, благодаря костной проводимости, будетъ слышать звукъ; онъ можетъ точно опредѣлить съ правой или съ лѣвой стороны звучитъ колокольчикъ, но разобрать—звучитъ-ли колокольчикъ внизу или вверху, сзади или спереди онъ рѣшительно не можетъ.

Я не отрицаю возможности, при закрытыхъ ушахъ опредѣлять на-

правленіе очень сильныхъ и очень близкихъ звуковъ, благодаря тактильному чувству кожи головы. Съ которой стороны сильнѣе будетъ бить звуковая волна на кожу и кости черепа, туда субъектъ и будетъ относить звукъ; но это будетъ локализація не звука, а кожнаго осязательнаго раздраженія. Такимъ образомъ мы видимъ, что и при нормальныхъ барабанныхъ перепонкахъ, если звуковыя волны достигаютъ нерва не черезъ перепонку, то мы не можемъ правильно просцировать звука.

Если въ уши введены каучуковыя трубки сантиметра въ три длиною, то испытуемый относитъ звукъ куда-нибудь въ пространство, но постоянно ошибается въ направленіи. Этотъ опытъ указываетъ, что для правильнаго проэцированія звука необходимо, чтобы звуковые лучи падали на перепонку въ томъ направленіи, которое даетъ имъ правильная форма наружнаго уха; и если форма уха измѣнена, какъ это бываетъ при вставленіи трубокъ, и лучи достигаютъ перепонокъ въ иномъ направленіи, тогда мы локализируемъ звуки неправильно. Вѣроятно субъектъ можетъ привыкнуть къ этому новому паденію лучей на перепонку и тогда будетъ вѣрно опредѣлять направленіе, но поле локализаціи будетъ, во всякомъ случаѣ, очень ограничено.

Что для правильной локализаціи звука необходимъ нормальный ходъ лучей—на это указываетъ и опытъ Schneider'a (9). Когда мы выполнимъ углубленія ушной раковины мягкой массой, мы не можемъ правильно судить о направленіи звуковъ. Если ввести въ уши концы ушной трубки (опытъ Gellе) и къ срединѣ ея приложить часы, то при переперемѣщеніи петли трубки изъ передняго положенія въ заднее, верхнее или нижнее, мы не будемъ замѣчать измѣненія въ мѣстѣ звуковаго образа. Это опять потому, что направленіе звуковыхъ волнъ, падающихъ на перепонки, въ данномъ случаѣ опредѣляется направленіемъ концовъ трубки и формою слуховыхъ проходовъ, и такъ какъ при перемѣщеніи петли концы ея сохраняютъ свое прежнее положеніе, то мы и не замѣчаемъ измѣненія въ положеніи часовъ.

По той же причинѣ въ опытѣ Шмидекама, при погруженіи головы въ воду, когда въ слуховыхъ проходахъ остается воздухъ, мы тоже не можемъ правильно опредѣлять направленіе звука. Звуковая волна воды не будетъ здѣсь подвергаться нормальному отраженію отъ раковины, а только будетъ толкать ее, какъ теченіе воздуха аэростатъ; посему звуковыя волны будутъ доставляться до слоя воздуха въ проходѣ какъ бы по трубкѣ въ предъидущемъ опытѣ. При наполненіи гноемъ наружнаго прохода, при впрыскиваніи воды, человѣкъ тоже неправильно судитъ о направленіи звука, и здѣсь причина — нарушеніе нормальнаго хода лучей.

Слушая звонъ колокольчика при плотно закрытыхъ ушахъ, субъектъ затрудняется опредѣлить направленіе звука, и тембръ кажется ему измѣненнымъ, такъ какъ дрожаніе костей приводитъ слой воздуха въ проходѣ въ непривычныя (по направленію) колебанія и измѣняетъ характеръ звуковой волны. Наименьшій уголъ локализаціи въ этомъ случаѣ равняется 4,5 гр., 1,4 град. Въ передне-заднемъ сегментѣ и въ вертикальной плоскости угла локализаціи нельзя опредѣлить: испытуемый не можетъ отличить задній звукъ отъ передняго, нижній отъ верхняго.

Всѣ эти опыты ясно указываютъ, что для правильнаго проэцированія звука необходимо правильное паденіе звуковыхъ лучей на перепонку, необходимъ нормальный ходъ лучей, который обусловливается опредѣленною формою ушной раковины и наружнаго слуховаго прохода. Когда это правильное паденіе чѣмъ-нибудь нарушается: вставленіемъ трубокъ въ проходы, выполненіемъ углубленій раковины и т. д., то субъектъ теряетъ возможность правильно судить о направленіи звука.

Итакъ, цѣлость барабанной перепонки и правильный ходъ звуковыхъ лучей въ наружномъ ухѣ составляютъ необходимыя условія правильной локализаціи слуховыхъ ощущеній.

Каковъ же ходъ звуковыхъ волнъ въ наружномъ ухѣ? Падая на раковину, звуковыя волны подвергаются различному отраженію отъ нея и попадаютъ въ наружный слуховой проходъ. Въ наружномъ проходѣ волны опять испытываютъ разныя отраженія и затѣмъ, приблизительно въ перпендикулярномъ направленіи, падаютъ на перепонку—таковъ общепринятый взглядъ. Я, имѣя въ виду, что звуковые лучи подвергаются тѣмъ-же законамъ отраженія, какъ и свѣтовые, старался опредѣлить ходъ звуковыхъ лучей въ ухѣ по ходу свѣтовыхъ; присутствіе свѣтоваго треугольника въ передне-нижнемъ квадрантѣ перепонки навело меня на мысль—не есть-ли этотъ треугольникъ мѣсто пересѣченія свѣтовыхъ лучей, отраженныхъ отъ стѣнокъ уха. Съ этой цѣлью я отпрепаровалъ наружное ухо изъ трупа, покрылъ поверхность раковины и стѣнки наружнаго прохода порошкомъ аллюминія. Такимъ образомъ поверхность уха хорошо отражала свѣтовые лучи, и я могъ наблюдать паденіе этихъ лучей на перепонку. Въ темной комнатѣ, укрѣпивъ на стойкѣ ухо, я пускалъ свѣтовой пучекъ на раковину въ различномъ направленіи къ ней и наблюдалъ перепонку сзади прохода, со стороны средняго уха. При этомъ было замѣчено, что въ то время

какъ вся перепонка была темная, въ передне-нижнемъ сегментѣ ея было свѣтлое пятно. Я изъ этого заключилъ, что свѣтовые лучи, претерпѣвъ различныя отраженія отъ блестящихъ поверхностей уха, въ концѣ концовъ падаютъ на передній сегментъ. Если препаратъ высыхалъ, проходъ расширялся, то кромѣ этого пятна являлось другое въ верхне-заднемъ квадрантѣ; это пятно зависѣло отъ прохожденія прямыхъ, непреломленныхъ лучей, такъ какъ чрезъ него видѣлся источникъ свѣта. Оно наблюдалось при направленіи свѣта, приближавшагося къ направленію прохода, и при болѣе косомъ его паденіи на раковину пятна этого не было. Подобно тому, какъ на высохшемъ препаратѣ былъ ходъ свѣтовыхъ лучей на имѣвшейся у меня модели. Отсюда я заключаю, что и звуковые лучи отъ всякаго звучащаго тѣла, отражаясь отъ раковины и стѣнокъ прохода, наконецъ образуютъ пучки, которые падаютъ на передне-нижній сегментъ перепонки. Этотъ сегментъ и есть главная, воспринимающая звуковыя волны часть перепонки, ея звуковое поле.

Такъ какъ звуковыя волны не имѣютъ такого правильнаго линейнаго ограниченія какъ свѣтовыя, то звуковыя колебанія будутъ во всемъ слоѣ воздуха предъ перепонкой и перепонка вся будетъ приводиться ими въ движеніе. Впрочемъ это можетъ быть только при сравнительно сильныхъ звукахъ, когда однихъ волнъ звуковой полутѣни достаточно для приведенія въ дрожаніе перепонки, при болѣе же слабыхъ звукахъ, которые мы слышимъ только прислушиваясь къ нимъ, рельефнѣе должно выступать дѣйствіе самаго пучка.

Направленіе пучка падающаго на перепонку конечно будетъ опредѣляться ходомъ лучей отъ звучащаго предмета внѣ насъ и формою раковины и наружнаго прохода. Форма наружнаго уха своими отраженіями видоизмѣнитъ въ опредѣленномъ смыслѣ прежній внѣшній ходъ лучей, но она не нарушитъ правильности въ ихъ ходѣ; собравъ отраженные лучи передъ перепонкой, она обусловитъ правильное концентрированіе ихъ, образуетъ фокусъ этихъ лучей, пучекъ котораго и падаетъ на передне-нижній сегментъ перепонки. Если всѣ предъидущіе опыты указывали на правильное паденіе лучей локализированныхъ звуковъ, то въ послѣднемъ моемъ предположеніи относительно звуковыхъ фокусовъ недоказаннымъ остается признаніе фокуса въ точномъ смыслѣ этого слова, въ видѣ точки; но признаніе фокуса въ смыслѣ круга разсѣянія съ опредѣленной осью, мнѣ кажется, не подлежитъ сомнѣнію. Я и не настаиваю на правильности звуковаго фокуса и пока буду говорить о пучкѣ и оси фокуса, понимая подъ осью равнодѣйствующую пучка, падающаго на перепонку

послѣ отраженія стѣнками уха, звуковыхъ лучей отъ какого либо звучащаго предмета.

Итакъ для всякой звучащей точки въ нашемъ наружномъ ухѣ существуетъ опредѣленная ось звуковаго фокуса. Неправильное положеніе оси вслѣдствіе какихъ либо причинъ въ ухѣ дѣлаетъ нашу локализацію неправильной; правильное положеніе оси—необходимое условіе для вѣрнаго проэцированія звука, по этому положенію мы судимъ о направленіи звука.

Но какимъ путемъ барабанная перепонка даетъ намъ знать объ извѣстномъ направленіи падающихъ на нее звуковыхъ пучковъ и ихъ фокусныхъ осей?

Такъ какъ перепонка только передаетъ звуковыя колебанія во внутреннее ухо, сама не воспринимаетъ ощущеній звука, то a priori можно предположить, что она доставляетъ намъ данныя для локализаціи звука или своимъ осязательнымъ чувствомъ, или мышечнымъ. Въ первомъ случаѣ я думаю иначе нельзя представить механизма локализаціи, какъ допустивъ возможность, что отдѣльныя части перепонки, на которыя сильнѣе чѣмъ на другія ударяетъ звуковой пучекъ, чувствуютъ эти удары, эти колебанія; и по пункту наибольшаго дрожанія перепонки мы строимъ мѣсто положенія звука въ нашемъ внѣшнемъ слуховомъ мірѣ.

Взглядъ, что осязательное чувство перепонки играетъ роль въ объективированіи звука, былъ высказанъ Веберомъ. Основаніемъ этого взгляда послужило наблюденіе, что при погруженіи головы въ воду съ наполненіемъ водой слуховыхъ проходовъ, мы звука не проэцируемъ въ пространство внѣ насъ, не объективируемъ его и слышимъ въ самой головѣ: это по Веберу происходитъ отъ того, что барабанная перепонка, придавленная водой, затрудняется въ своихъ колебаніяхъ и посему недоставляетъ намъ чувственныхъ моментовъ для сужденія о внѣшней причинѣ звука; звуковыя волны въ этомъ случаѣ по мнѣнію Вебера достигаютъ до лабиринта чрезъ кости. Я полагаю, что опытъ Вебера рѣшительно не говоритъ за его взглядъ. Колебанія барабанной перепонки въ водѣ не только не ослабляются, но усиливаются, такъ какъ жидкость лучше передаетъ звуковыя волны, чѣмъ газы. Въ опытѣ Вебера можно устранить костную проводимость употребленіемъ настолько слабаго звука, что онъ не слышенъ при заткнутыхъ ушахъ; но отнесенія звука въ пространство по прежнему не произойдетъ. Очевидно въ этомъ опытѣ проэцированіе звука внутрь головы зависитъ не отъ за-

трудненія движеній перепонки, и не отъ вліянія костной проводимости, а отъ какихъ-то другихъ условій.

Противъ осязательнаго характера процесса локализаціи говоритъ вышеприведенное наблюденіе утраты этой способности при частичныхъ дефектахъ перепонокъ. Въ самомъ дѣлѣ утакихъ больныхъ двѣ трети перепонки оставались цѣлы, эти части еще могутъ вибрировать; слѣдовательно въ двѣ трети слуховаго поля больные могли бы звуки локализировать и въ одной трети поля они имѣли бы темное пятно для локализированія. Но въ дѣйствительности, при потерѣ трети перепонки, субъектъ совсѣмъ теряетъ способность проэцировать звукъ, большею частію не можетъ его даже объективировать. Предположить, чтобы утраченная треть была всѣмъ полемъ локализирующимъ звуки по своимъ осязательнымъ ощущеніямъ рѣшительно невозможно потому, что тогда нужно бы было допустить осязательную чувствительность перепонки тоньше остроты сѣтчатки, такъ какъ слуховое поле гораздо болѣе поля зрѣнія, а треть перепонки меньше воспринимающей части сѣтчатки. Такое предположеніе не мыслимо, потому что въ перепонкѣ нѣтъ какихъ нибудь особыхъ слишкомъ тонкихъ по строенію приборовъ.

Если нельзя приписать значенія въ локализаціи звуковъ осязательному чувству перепонки, то приходится предположить, что какія либо данныя для сужденія о направленіи звука доставляетъ мышечное чувство. Такъ какъ въ самой перепонкѣ нѣтъ мышечныхъ волоконъ, то эту роль только и можно приписать musc. tensori tympani ([11]). Очень правдоподобно предположить, что tensor tympani подставляетъ части перепонки, воспринимающія звуковыя колебанія, въ наиболѣе выгодное положеніе для приведенія ихъ въ колебательное состояніе, т. е. ставитъ эти части въ положеніе наиболѣе приближающееся къ перпендикулярному относительно звуковыхъ волнъ. Что дѣйствительно для локализированія звуковыхъ ощущеній необходима подвижность перепонки подъ вліяніемъ сокращенія tensoris tympani—за это говоритъ мое наблюденіе, что лица съ втянутыми неподвижными перепонками не могутъ опредѣлять, несется-ли звукъ спереди, сзади, сверху или снизу. Благодаря любезности многоуважаемаго Профессора А. Ѳ. Пруссака, я изслѣдовалъ слухъ у 28 больныхъ хронич. катарромъ средняго уха вообще, у которыхъ профессоръ констатировалъ втянутость перепонки вслѣдствіе послѣдовательной контрактуры tensoris tympani.

Большинство больныхъ прямо заявляло, что они не могутъ разобрать больнымъ ухомъ гдѣ произведенъ мною звукъ; нѣкоторые пытались опредѣлить направленіе звука, но обыкновенно ошибались. Два студента опредѣляли больными ушами направленіе звука довольно

вѣрно, но во всякомъ случаѣ не такъ правильно и точно какъ своими здоровыми ушами; втянутость у нихъ была не рѣзкая. Острота слуха у всѣхъ больныхъ была понижена: бой слабыхъ часовъ слышали больные на дециметръ, метръ. Почти у всѣхъ я изслѣдовалъ локализирующую способность часами, у нѣкоторыхъ бубенчиками. Приведу нѣсколько примѣровъ:

Григорій Курманъ, молодой человѣкъ, страдаетъ около 3-хъ мѣсяцевъ Otite media catarrhali chronica. Перепонки втянуты, утолщены; больше измѣненій въ правомъ ухѣ. Лѣвымъ ухомъ слышитъ золотые часы на аршинъ, правымъ при приближеніи часовъ къ самой раковинѣ. Правымъ ухомъ совсѣмъ не разбираетъ, гдѣ звучитъ бубенчикъ, и всегда говоритъ, что бубенчикъ сбоку отъ уха; лѣвымъ постоянно ошибается въ сужденіи о положеніи часовъ.

Студентъ Антоновъ. Otitis media catarrhalis acuta dextra. Перепонки втянута, гиперемирована у рукоятки; постоянно ошибается въ опредѣленіи положенія часовъ правымъ ухомъ, слышитъ бой часовъ на $1^1/_2$ аршина.

Якушкинъ. Хроническій катарръ обоихъ среднихъ ушей. Въ правомъ ухѣ перепонка втянута, рукоятка укорочена. Слышитъ золотые часы лѣвымъ ухомъ на $1^1/_2$ аршина, правымъ на $^1/_2$ аршина. Лѣвымъ ухомъ опредѣляетъ направленіе звука, правымъ не можетъ опредѣлить. Говоритъ, что часто слышитъ стукъ и звонъ экипажа, ѣдущаго впереди него, какъ бы раздающимися сзади.

Мѣщанинъ Алексѣевъ. Otitis media catarrhalis chronica, утолщеніе и втянутость перепонки праваго уха. Не опредѣляетъ направленія звука этимъ ухомъ; лѣвымъ, болѣвшимъ раньше,—тоже не можетъ опредѣлить направленія слабыхъ звуковъ.

Студентъ Ипполитовъ. Otitis media catarrhalis chronica, втянуты обѣ перепонки, правая сильнѣе. Правымъ ухомъ постоянно ошибается, лѣвымъ довольно вѣрно опредѣляетъ направленіе звука.

Наблюденіе, что лица съ втянутыми неподвижными барабанными перепонками не могутъ опредѣлять направленія звука, ясно указываетъ, что подвижность перепонки и нормальная дѣятельность tensoris tymp. суть необходимыя условія для локализаціи слуховыхъ ощущеній.

Hensen наблюдалъ, что при началѣ звука у собаки всегда происходитъ сокращеніе tensoris tymp. ([12]). Тоже явленіе я замѣтилъ у человѣка при помощи манометра ([13]). Въ ухо я плотно вставилъ стеклянную трубку,

согнутую подъ прямымъ угломъ; вертикальная часть ея была вытянута въ капилляръ; въ трубку было налито небольшое количество spiriti. aether., такъ что получился родъ манометра. При тишинѣ въ комнатѣ въ капиллярномъ колѣнѣ видны были только очень мелкiе въ 0,3 миллs. колебанiя, зависящiя очевидно отъ пульсовой волны и еще отъ какого то момента: колебанiй было 75, когда пульсъ былъ 60. При началѣ звука, произведеннаго колокольчикомъ, являлось замѣтное, на миллиметръ и болѣе пониженiе уровня эфира; увеличенныя колебанiя повторялись во время звука. Я замѣтилъ кромѣ того, что когда часы находились у уха испытуемаго, который рѣшалъ въ это время какую нибудь алгебраическую задачу, колебанiя въ манометрѣ уменьшались до той величины, которая была при тишинѣ. Какъ только испытуемому я приказывалъ прислушиваться къ бою часовъ, колебанiя рѣзко усиливались.

Подъ прислушиванiемъ я разумѣю старанiе узнать положенiе звука въ пространствѣ. Процессъ прислушиванiя въ этомъ смыслѣ очевидно будетъ состоять изъ ряда отдѣльныхъ актовъ локализацiи звука. И вотъ оказывается, что когда мы прислушиваемся къ звуку, когда начинаемъ локализировать звукъ, то колебанiя въ манометрѣ усиливаются, musculus tensor tymp. начинаетъ сокращаться.

Про всякiй очень короткiй звукъ мы всегда можемъ припомнить, гдѣ онъ произведенъ, хотя-бы на это не обращали никакого вниманiя; это невольное проэцированiе звука и всегда бывающее при началѣ звука сокращенiе tensoris tymp. даютъ возможность видѣть связь между двумя этими явленiями. Въ существованiи этой связи мы еще болѣе убѣждаемся тѣмъ, что при прислушиванiи, при старанiи опредѣлить направленiе звука—сокращенiя tensoris tymp. усиливаются.

Я сдѣлалъ опредѣленiе времени потребнаго на локализацiю слуховыхъ ощущенiй и при этомъ замѣтилъ особенность во времени потребномъ для локализацiи боковыхъ звуковъ и переднезаднихъ. Постановка опыта была слѣдующая.

Въ сосѣдней комнатѣ былъ помѣщенъ Du Bois Reymond'овскiй индуктивный аппаратъ, приводящiйся въ дѣйствiе 2-мя элементами Даніэля; вторичная спираль была отодвинута на 12-ть дѣленiй. Отъ вторичной спирали были проведены двѣ проволоки, дѣлившiяся каждая на 2 вѣтви; эти вѣтви были проведены къ столбикамъ 2-хъ телефоновъ, совершенно одинаково настроенныхъ и поставленныхъ въ разстоянiи метра съ боковъ головы, или спереди и сзади ея. Размыканiемъ цѣпи на

мѣстѣ вѣтвей проволоки можно было заставить звучать тотъ или другой телефонъ или оба вмѣстѣ. Предъ вертящимся цилиндромъ Marey'я, покрытымъ закопченной бумагой, былъ помѣщенъ сигналъ Deprez'а. Остріе сигнала при замыканіи тока отъ двухъ элементовъ Даніэля приближалось къ своему электромагниту, при размыканіи тока опять уклонялось въ сторону силой пружины. Въ цѣпь вторичной спирали Du Bois Reymond'овскаго аппарата и въ цѣпь электромагнита аппарата Deprez'а вводился рычагообразный замыкатель. Рычагообразный аппаратъ этотъ имѣлъ на концахъ металлическія острія, подъ которыми были чашечки со ртутью. Проволоки отъ Du Bois Reymond'овскаго аппарата къ телефонамъ были соединены — одна съ остріемъ рычага, другая съ чашечкой подъ нимъ. Силою пружины плечо рычага было опущено, и остріе его вслѣдствіе этого погружено во ртуть,—токъ индуктивнаго аппарата замыкался здѣсь и уже не шелъ въ телефоны. При опусканіи другаго плеча рычага остріе перваго поднималось изъ ртути и токъ шелъ въ телефоны. Второе остріе и чашечка подъ нимъ были включены въ цѣпь магнита аппарата Deprez'а. Когда остріе опускалось въ чашечку со ртутью, замыкался токъ въ цѣпи электромагнита, и перо уклонялось въ сторону. Такимъ образомъ одновременно при опусканіи втораго плеча рычага являлся звукъ въ телефонахъ, и сдвигалось въ сторону перо. Въ цѣпь электромагнита аппарата Deprez'а, кромѣ того былъ еще введенъ прерыватель тока, прижатіемъ котораго рукою испытуемаго размыкался токъ въ этой цѣпи, и перо переходило на свое прежнее мѣсто. Быстрота вращенія цилиндра опредѣлялась тотчасъ послѣ каждаго опыта по числу зикзаговъ камертона 250, приближавшагося на стойкѣ къ цилиндру. Испытуемый помѣщался на креслѣ, на разстояніи метра отъ него были поставлены телефоны—или съ боку головы, или одинъ спереди, другой сзади. При опредѣленіи продолжительности реакціи на простое воспріятіе звука телефона испытуемый долженъ былъ прижать прерыватель указательнымъ пальцемъ правой руки, какъ только услышитъ звукъ; при опредѣленіи реакціи на локализированное ощущеніе испытуемый долженъ былъ прижать прерыватель при услышаніи праваго телефона и не прижимать прерывателя, когда услышитъ звукъ лѣваго; или же онъ долженъ былъ прижать при услышаніи звука спереди и не прижимать прерывателя, когда услышитъ звукъ сзади. Перо писало по цилиндру прямую линію до тѣхъ поръ, пока телефоны не звучали. Какъ только появлялся звукъ въ телефонѣ—одновременно перо уклонялось въ сторону и писало линію, уклоненную отъ первоначальнаго направленія. Когда испытуемый услыхалъ звукъ, или же услыхалъ и разобралъ, что звукъ

идетъ съ извѣстной стороны, онъ тотчасъ размыкалъ цѣпь пера — и перо уходило на свое прежнее мѣсто. По длинѣ линіи уклоненія, принимая въ соображеніе быстроту вращенія цилиндра, опредѣлялась продолжительность періода реакціи простаго ощущенія и локализированнаго, а по разницѣ между тѣмъ и другимъ я вычислялъ время потребное на локализированіе слуховыхъ ощущеній. При этомъ оказалось, что на локализированіе звука вправо или влѣво требовалось меньшее время, чѣмъ на локализированіе кпереди или кзади.

Продолжительность времени, протекающаго между началомъ звука и движеніемъ пальца, которое служитъ сигналомъ, что индивидуумъ воспринялъ звукъ.

Лица подвергнутые опыту.	Продолжительность времени въ отдѣльныхъ опытахъ въ 0,001-хъ доляхъ сек.	Средняя продолж.
Морозовъ	246; 320; 328; 312	300
Студентъ N. . . .	200; 176	188
Прозоровскій . . .	232; 228; 152; 208; 208; 148	201
Александръ (12-ти л.)	200; 268; 228; 240	234
Рѣпнинъ	208; 248; 248; 180; 184; 225	212

Продолжительность времени, протекающаго между началомъ звучанія 2-хъ телефоновъ и сигналомъ, который даетъ подвергнутый опыту, услыхавъ звукъ и опредѣливъ, что онъ идетъ

спереди, а не сзади	сзади, а не спереди
Прозоровскій 760; 548, 544, 550	760; 520; 532. 522

Когда одинъ изъ телефоновъ сильнѣе, опредѣляетъ, что звукъ идетъ

съ правой стороны, а не съ лѣвой.	съ лѣвой стороны, а не съ правой.
Прозоровскій 304; 304; 264	368; 320; 310

Продолжительность времени, проходящаго между звуковымъ раздраженіемъ и движеніемъ пальца правой руки, которое служитъ сигналомъ, что индивидуумъ услышалъ звукъ и опредѣлилъ, что онъ несется (звучитъ одинъ изъ 2-хъ телефоновъ)

Лица испытуемыя.	съ правой стороны, а не съ лѣвой.	съ лѣвой стороны. а не съ правой.
Морозовъ. . . .	440; 440.	380; 460; 416.
Прозоровскій. . .	280; 400; 240.	368; 240; 236.
Александръ . . .	560; 560; 680; 268;	560; 420; 388.
Рѣпнинъ. . . .	340; 220.	232; 244.
	Подвергнутый опыту опредѣлилъ, что звукъ раздается	
	спереди, а не сзади	сзади, а не спереди.
Прозоровскій . .	250; 288; 290; 292.	246; 284; 286.
Рѣпнинъ. . . .	346; 340; 424.	280; 386; 386; 344; 264
	Въ срединѣ головы, а не сбоку.	
Александръ. . .	600; 1,012; 1,032.	
Прозоровскій. . .	400; 800; 612.	

Такимъ образомъ получается, что на локализированіе звука вправо или влѣво требуется около 0,04, а на локализированіе кзади или кпереди требуется у однихъ и тѣхъ же лицъ больше времени—0,08 сек. приблизительно. Эти цифры согласны съ моимъ предположеніемъ, что для опредѣленія, съ которой стороны идетъ звукъ—справа или слѣва, достаточно знать разницу въ силѣ ощущеній того и другаго уха, а для локализаціи звука въ передне-заднемъ направленіи необходима кромѣ того дѣятельность локализирующаго аппарата. Профессоръ Тархановъ ([14]) замѣтилъ, что при слушаніи двумя ушами періодъ реакціи болѣе чѣмъ при слушаніи однимъ ухомъ на 0,02 — 0,05 секунды. Это вѣроятно опять потому, что при слушаніи двумя ушами происходитъ безсознательное локализированіе звука по разницѣ впечатлѣній ([15]).

Итакъ утрата способности опредѣлять направленіе звука въ передне-заднемъ сегментѣ и въ вертикальной плоскости при нарушеніи правильности хода звуковыхъ лучей, при дефектѣ передне-нижняго сегмента перепонки, при неподвижности ея, всегда бывающее при началѣ звука сокращеніе tensoris tympani, повтореніе этихъ сокращеній при при-

слушиваніи къ звуку, большая продолжительность времени потребнаго на проэкцію звука въ передне-заднемъ направленіи, чѣмъ въ боковомъ: мнѣ кажется служатъ очень убѣдительными фактами въ пользу моего предположенія, что барабанная перепонка и ея мускулъ tensor tympani служатъ намъ локализирующимъ аппаратомъ. Tensor tympani своимъ сокращеніемъ ставитъ передне-нижній сегментъ перепонки въ положеніе наиболѣе приближающееся къ перпендикулярному относительно фокусной оси пучка. По количеству мышечнаго усилія tensoris tympani, употребленному на такое приноравленіе перепонки, eo ipso, чтобы получить наисильнѣйшее ощущеніе звука, человѣкъ и судитъ о направленіи фокусной оси, а чрезъ это о мѣстѣ звука во внѣшнемъ мірѣ. Если бы барабанная перепонка, а стало быть и ея передне-нижній сегментъ, была бы наклонена при разслабленномъ состояніи tensoris tympani только къ горизонтальной плоскости подъ угломъ въ 45 градусовъ, и при сокращеніи tensoris tympani только къ этой плоскости становилась бы подъ угломъ большимъ ([16]), то она или лучше ея передне-нижній сегментъ могъ бы такимъ образомъ приноравливаться для лучей, идущихъ въ одной какой либо плоскости, напримѣръ въ горизонтальной. Въ этой плоскости мы могли бы локализировать звуки; верхнее или нижнее направленія звуковъ мы не различали бы. Но такъ какъ перепонка наклонена и къ вертикальной плоскости подъ угломъ 80 градусовъ ([17]) и при втянутіи становятся подъ угломъ большимъ, то вслѣдствіе сего намъ дана возможность различать положеніе звучащаго предмета въ плоскости перпендикулярной къ прежней т. е. во всѣхъ направленіяхъ. Такимъ образомъ наклонъ перепонки кпереди и книзу имѣетъ то значеніе, что одна перепонка замѣняетъ какъ-бы двѣ, которыя могутъ приноравливаться для лучей въ двухъ измѣреніяхъ.

Такъ какъ въ передне-заднемъ сегментѣ мы локализируемъ звуки дѣятельностью tensoris tympani, а въ право-лѣвомъ направленіи разницею впечатлѣній въ томъ и другомъ ухѣ, то стало быть въ горизонтальной плоскости дѣйствуютъ два фактора локализаціи. Это обусловливаетъ точность нашей локализаціи въ этой плоскости, даетъ возможность въ случаѣ разстройства дѣятельности одного фактора пользоваться другимъ, компенсировать дѣятельность другаго и даже опредѣлять степень разстройства одного фактора по другому. Этимъ обстоятельствомъ объясняется тотъ фактъ, что при притупленіи слуха въ одномъ ухѣ субъектъ вѣрно опредѣляетъ направленіе звука, хотя вслѣд-

ствіе разницы впечатлѣній онъ долженъ бы былъ отнести звукъ болѣе въ сторону здороваго уха.

Субъектъ опредѣляетъ направленіе звука по разницѣ впечатлѣній, и въ тоже время приноравливаетъ барабанную перепонку къ тому направленію, въ которомъ звукъ слышится всего сильнѣе. И такъ какъ оказывается, что звукъ слышится сильнѣе въ направленіи иномъ, чѣмъ какое опредѣлено разницей впечатлѣній, то субъектъ отсюда убѣждается въ глухотѣ одного уха, и тогда направленіе звука опредѣляется однимъ локализирующимъ аппаратомъ.

Совершенно аналогичнымъ путемъ оглохшій на одно ухо дѣлаетъ поправку въ проэцированіи звука въ голову при вышеупомянутомъ опытѣ съ двумя телефонами одинаковыми по тэмбру и силѣ. Но если дѣятельность локализирующаго аппарата устранить, то субъэктъ съ тупымъ ухомъ будетъ неправильно проэцировать звукъ. Дѣйствительно, если вложить ваты въ одно ухо, то субъэктъ, не смотря на относительную глухоту одного уха, направленіе слабаго звука опредѣляетъ вѣрно. Но если вставить ему затѣмъ маленькіе каучуковыя трубки въ проходы и этимъ устранить дѣятельность локализирующаго аппарата, то онъ будетъ относить звукъ болѣе въ сторону уха, которымъ лучше слышитъ. Точно также оглохшій на одно ухо субъектъ при слушаніи часовъ чрезъ ушную трубку проэцируетъ звукъ въ центръ головы тогда, когда часы помѣщены ближе къ больному уху, руководствуясь одной разницей впечатлѣній. Посему съ помощію ушныхъ трубокъ можно опредѣлить относительную остроту слуха обоихъ ушей, соединивъ трубки съ телефонами. Совершенно также при разстройствѣ локализирующаго аппарата, мы точно проэцируемъ звукъ въ право-лѣвомъ направленіи по разницѣ впечатлѣній,—даже въ передне-заднемъ направленіи, если дѣятельность локализирующаго аппарата сохранена хотя до нѣкоторой степени; въ такомъ случаѣ можетъ остаться почти нормальнымъ уголъ локализаціи въ горизонтальной плоскости.

Наименьшій уголъ локализаціи выражаетъ наименьшую разницу, замѣчаемую нами въ силѣ двухъ ощущеній; онъ очевидно вполнѣ опредѣляется чувствительностью слуховаго нерва и посему служитъ точной мѣркой этой чувствительности. Такимъ образомъ тонкость нашего слуховаго нервнаго аппарата равняется, единицѣ дѣленной на наименьшій уголъ локализаціи. У лицъ, имѣвшихъ застарѣлые дефекты перепонокъ, наименьшій уголъ локализаціи былъ 18°, 20°, у двухъ особъ съ хорошимъ музыкальнымъ слухомъ уголъ былъ 10′ (на разстояніи 4 саженъ).

Явленія такъ называемаго субъективированія звука вполнѣ поясняются высказаннымъ мною взглядомъ на локализацію и тѣмъ подтверждаютъ этотъ взглядъ. Я употребляю слово «субъективированіе» только потому, что оно принято въ литературѣ; при моемъ же воззрѣніи на слуховое поле, его бы не должно быть. Субъективированіе во внутрь головы есть отдѣльный случай проецированія звука при одинаковыхъ по силѣ впечатлѣніяхъ обоихъ ушей, субъективированіе въ одномъ ухѣ будетъ наблюдаться тогда, когда у насъ не будетъ никакихъ данныхъ отнести звукъ куда-либо изъ этого уха. Субъективированіе звука двухъ одинаковыхъ телефоновъ я объяснилъ прежде, и теперь коснусь нѣкоторыхъ другихъ случаевъ субъективированія. Слышаніе звука въ самой глубинѣ уха при дефектѣ перепонки зависитъ отъ того, что въ этомъ случаѣ разрушена воспринимающая часть локализирующаго аппарата; поэтому сокращеніемъ tensoris tympani субъектъ не можетъ измѣнить силу ощущенія; стало быть, онъ не можетъ отнести звукъ кпереди, кзади, кверху, книзу, не можетъ отнести на разстояніе и вслѣдствіе сего ощущаетъ его въ самомъ ухѣ.

Въ опытѣ Вебера, при наполненіи водой слуховыхъ проходовъ, мы потому не можемъ отнести звукъ во внѣ нашего уха, что сильная звуковая волна воды, во-первыхъ, дѣйствуетъ непосредственно на самый молоточекъ, помимо перепонки, а во-вторыхъ, потому, что водяная волна, не подчиняясь тѣмъ законамъ отраженій отъ стѣнокъ наружнаго уха, которымъ слѣдуетъ воздушная, при втягиваніи и разслабленіи перепонки дѣйствуетъ на нее съ одинаковой силой, такъ какъ плоскость приложенія силы волны остается прежнею, равною просвѣту прохода.

Вслѣдствіе сего, когда мы слушаемъ звукъ въ водѣ однимъ ухомъ, намъ кажется, что звукъ въ глубинѣ этого уха; при слушаніи двумя ушами, мы образъ будемъ относить согласно разности силъ впечатлѣній въ ушахъ. Если впечатлѣнія въ обоихъ ушахъ одинаковы по силѣ, что бываетъ при помѣщеніи звучащаго предмета въ средней плоскости, то звукъ мы будемъ слышать въ срединѣ головы; при усиленіи звука съ правой стороны, что будетъ при помѣщеніи звучащаго предмета вправо отъ средней плоскости, звуковой образъ перемѣстится соотвѣтственно разности силъ впечатлѣній вправо отъ средней плоскости. Но такъ какъ законъ отнесенія звуковъ въ вертикальной плоскости и въ передне-заднемъ направленіи подъ вліяніемъ барабанной перепонки, здѣсь дѣйствовать не можетъ, то звукъ мы не отнесемъ ни вверхъ, ни внизъ, ни кзади, ни кпереди, слѣдовательно, онъ останется въ линіи, соединяющей оба уха. Наименьшій уголъ локализаціи въ опытѣ Вебера долженъ быть одинъ и тотъ же, что и въ

воздухѣ. Я его не опредѣлялъ, но замѣтилъ, что малое передвиженіе звучащаго колокольчика мною замѣчалось очень ясно.

Звонъ, доносящійся до нашихъ ушей по двумъ одинаковымъ трубкамъ, мы проецируемъ въ голову опять потому, что вслѣдствіе нарушенія дѣятельности локализирующаго аппарата устраненіемъ раковинъ, мы не можемъ отнести звукъ ни вверхъ, ни внизъ, ни въ переднезаднемъ направленіи, и посему образъ останется въ головѣ на слуховой оси.

Считая на основаніи всѣхъ вышеприведенныхъ фактовъ и соображеній очень вѣроятнымъ мое предположеніе относительно процесса локализаціи звуковыхъ впечатлѣній, я сдѣлалъ нѣсколько выводовъ изъ этого предположенія, и выводы мои вполнѣ подтвердились на дѣлѣ.

Полагая невозможнымъ. чтобы tensor tympani продолжительное время былъ въ тетаническомъ сокращеніи, я сдѣлалъ выводъ, что при долгомъ прислушиваніи къ какому-нибудь звуку, звукъ этотъ будетъ казаться намъ колеблющимся въ силѣ: сильнѣе онъ долженъ быть при одномъ положеніи перепонки, напримѣръ, при разслабленіи ея, слабѣе при другомъ положеніи — при втянутіи ея. Эти колебанія въ силѣ звука должны быть потому, что, если перепонка стоитъ выгоднѣе для воспріятія звука въ разслабленномъ состояніи, то при втягиваніи она, измѣняя уголъ паденія на нее фокусной оси звуковаго пучка изъ прямаго въ болѣе острый, будетъ находиться въ худшихъ условіяхъ воспріятія звуковыхъ волнъ, — и потому наше ощущеніе звука будетъ слабѣе. Это дѣйствительно и подтвердилось наблюденіями. Если прислушиваться (т. е. стараться опредѣлить мѣсто выхожденія звука) къ бою карманныхъ часовъ, то бой ихъ кажется волнистымъ.

Когда часы лежатъ впереди насъ, то бой ихъ вначалѣ кажется сильнымъ, потомъ дѣлается слабѣе и ударѣ на пятомъ почти совсѣмъ не слышенъ, затѣмъ опять усиливается и т. д. Разница въ силѣ отдѣльныхъ ударовъ настолько рѣзка, что первый сильный ударъ я слышу на разстояніи трехъ саженей, а пятый, слабый только на три четверти аршина отъ ушей. Что не механизмъ часовъ обусловливаетъ эту волнистость звука, въ этомъ легко убѣдиться тѣмъ, что когда я въ своихъ часахъ въ минуту считаю 50 волнъ, другія лица считаютъ ихъ 32, 40, 68.

Очевидно также это явленіе не зависитъ отъ интерференціи волнъ и резонанса, такъ какъ въ одной и той же комнатѣ, на одномъ и томъ же мѣстѣ разныя лица насчитываютъ разное число волнъ.

Наоборотъ, для одного и того же лица число волнъ очень посто-

янно при одинаковыхъ состояніяхъ, хотя подъ вліяніемъ выпитаго чая, дремоты, утомленности, тифозной лихорадки и т. д. это число значительно измѣняется. Одно и то же лицо насчитываетъ равное число волнъ въ разныхъ часахъ и въ звукѣ телефона, введеннаго въ цѣпь индуктивнаго аппарата съ элементами постояннаго дѣйствія.

Противъ интерференціи въ слуховомъ проходѣ и среднемъ ухѣ говоритъ то обстоятельство, что при разныхъ положеніяхъ часовъ: спереди, сзади, сверху, снизу, число волнъ остается тѣмъ-же. Независимость волнистости звука отъ пульсовыхъ волнъ доказывается несовпаденіемъ числа волнообразныхъ ослабленій постояннаго звука съ числомъ пульсовыхъ колебаній; такъ, напримѣръ, у меня число волнъ—50, а пульсъ—80, у другихъ лицъ, при числѣ волнъ 68, 40, 32, 64 число пульсовыхъ колебаній 62, 74, 76, 64. Зависимости волнистости звука отъ какой-нибудь комбинаціи дыхательныхъ движеній съ пульсовыми нельзя допустить уже потому, что при полной задержкѣ дыханія число звуковыхъ волнъ остается почти тѣмъ-же. Остается естественнѣе всего принять, что при прислушиваніи къ звуку, мы для локализаціи его сокращеніемъ tensoris tympani измѣняемъ положеніе перепонки къ фокусной оси звуковаго пучка, а соотвѣтственно углу перемѣщенія звуковаго поля измѣняемъ силу ощущенія; время отъ времени, чтобы убѣдиться въ направленіи звука, мы повторяемъ актъ локализированія, отсюда и происходитъ волнистость.

Если дѣйствительно при прислушиваніи колебанія звука зависятъ отъ того или иного положенія перепонки, то фазы усиленія звука при прислушиваніи къ бою двухъ часовъ, положенныхъ въ одномъ направленіи отъ насъ, напримѣръ, кпереди, должны совпадать, потому что для обоихъ переднихъ звуковъ выгодно одно и то-же направленіе перепонки. Дѣйствительно волнистость боя двухъ часовъ и на дѣлѣ вполнѣ совпадаетъ, когда часы помѣщены оба впереди или оба сзади насъ. Но выгодное положеніе перепонки для воспріятія передняго звука, очевидно, будетъ невыгодно для воспріятія задняго и наоборотъ, а посему, если мы помѣстимъ одни часы впереди уха, и другіе сзади, то фазы ихъ волнистости не должны совпадать. Это такъ и наблюдается: при прислушиваніи къ бою двухъ часовъ, изъ которыхъ одни находятся спереди, а другіе сзади насъ, число усиленій звука мы слышимъ двойное сравнительно съ тѣмъ, когда мы слушаемъ одни часы, потому что усиленіе звука переднихъ часовъ бываетъ во время ослабленія звука заднихъ.

Изучая характеръ колебаній въ манометрѣ, вставленномъ въ слуховой проходъ, я замѣтилъ, что число увеличенныхъ колебаній его эфира при прислушиваніи къ бою часовъ вполнѣ и всегда соотвѣтствовало числу звуковыхъ волнъ, замѣчаемыхъ испытуемымъ. Движеніемъ своего пальца я давалъ знакъ испытуемому, чтобы онъ начиналъ считать число волнъ, а самъ съ этого момента начиналъ считать число колебаній въ манометрѣ; вторичнымъ движеніемъ пальца я приказывалъ окончить счетъ волнъ. Число волнъ, насчитанныхъ испытуемымъ между двумя движеніями пальца было то же, что число колебаній манометра—68 и 68; пульсъ въ это время былъ 66, число меньшихъ колебаній, безъ часовъ—75.

Этотъ опытъ, по моему мнѣнію, ясно указываетъ, что процессъ прислушиванія а, стало быть, и процессъ локализаціи (такъ какъ послѣдній есть только отдѣльный актъ перваго) состоитъ въ сокращеніи tensoris tympani, во втягиваніи барабанной перепонки.

Изъ самонаблюденія легко замѣтить, что колебанія въ силѣ постояннаго звука представляются разнаго характера, смотря по тому, гдѣ помѣщенъ звучащій предметъ. Эти колебанія настолько рѣзки, что они были бы замѣчены нами даже при очень сильной степени оглохлости, такъ, что я, изслѣдуя больныхъ, съ дефектами барабанныхъ перепонокъ, имѣлъ полное право сказать, что неспособность локализировать въ подобныхъ случаяхъ не зависитъ отъ тупости слуха. Если часы помѣстить впереди лица, то при прислушиваніи бой ихъ усиливается въ нѣсколько разъ.

Это очень ясно чувствуется при внимательной умственной работѣ, когда мелькомъ услышанный очень слабый звукъ при прислушиваніи дѣлается очень сильнымъ. Кромѣ рѣзкаго усиленія звука, при прислушиваніи къ часамъ, помѣщеннымъ впереди, замѣчается особый характеръ въ отдѣльной волнѣ. Именно—первый ударъ кажется слабымъ, второй наиболѣе сильнымъ, послѣдующіе постепенно ослабляются и послѣдній—пятый, совсѣмъ не слышенъ при разстояніи трехъ четвертей аршина. Когда я слышу бой часовъ, помѣщенныхъ позади меня на разстояніи 1 арш., и при этомъ рѣшаю алгебраическую задачу, то бой этотъ кажется мнѣ достаточно сильнымъ и почти постояннымъ; но при прислушиваніи онъ дѣлается болѣе слабымъ, какъ будто часы удаляются отъ меня; затѣмъ слышатся только отдѣльные удары въ началѣ волнъ; и наконецъ звукъ можетъ совсѣмъ исчезнуть. Когда часы помѣщены вверху головы, то звукъ

ихъ также, какъ при помѣщеніи ихъ сзади, при обращеніи вниманія на ихъ мѣсто ослабѣваетъ, хотя и не въ такой мѣрѣ; кромѣ того въ волнѣ замѣчается два усиленія звука. Когда часы помѣщены внизу уха, то при стараніи опредѣлить ихъ мѣсто, звукъ усиливается, какъ при положеніи спереди, и, кромѣ того, высота волны къ концу ея увеличивается.

Характеръ волнистости постояннаго звука при прислушиваніи таковъ, что передній звукъ какъ будто переходитъ кзади или, лучше сказать, похожъ на задній; это кажется по тому, что въ томъ и другомъ звукѣ начало волны выше конца.

Наоборотъ, верхній, по временамъ, походитъ на нижній. Тембръ и высота звука при прислушиваніи къ нему немного тоже измѣняются. При прислушиваніи къ звуку, идущему сверху и сзади, онъ кажется похожимъ на звукъ, слышимый при проходѣ чрезъ кости черепа, онъ нѣсколько выше и металличнѣе; при неприслушиваніи же къ звуку, когда часы находятся сзади, звукъ ихъ слышится наиболѣе полнымъ, наиболѣе тимпаничнымъ.

Изъ послѣднихъ наблюденій можно довольно точно видѣть процессъ прислушиванія или локализаціи. Разберу локализацію впечатлѣній крайняго верхняго, крайняго нижняго, передняго и задняго звуковъ. Передній звукъ мы лучше слышимъ при прислушиваніи; слѣдовательно, для наилучшаго воспріятія передняго звука мы должны сократить tensor timp., втянуть перепонку и такимъ образомъ поставить передне-нижній сегментъ перепонки въ наиболѣе выгодное положеніе къ фокусной оси звука. Такъ какъ перепонка при втягиваніи становится по отношенію къ оси прохода въ положеніе, болѣе приближающееся къ перпендикулярному, то, стало быть, фокусная ось передняго звука должна быть по своему направленію самою близкою къ оси прохода, должна быть ей параллельна или подъ очень острымъ незначительнымъ угломъ къ ней.

Задній звукъ лучше всего слышенъ, когда мы не прислушиваемся къ нему, стало быть наивыгоднѣйшее положеніе перепонки для фокусной оси этого звука будетъ — когда она разслаблена, слѣдовательно фокусная ось задняго звука будетъ стоять подъ наибольшимъ угломъ къ оси прохода, приблизительно около 45 гр. Для наилучшаго слышанія звуковъ въ передне-заднемъ сегментѣ среднихъ между крайними, переднимъ и заднимъ звукомъ, углы фокусныхъ осей ихъ будутъ сред-

ними между углами осей крайнихъ звуковъ, и перепонка должна быть въ среднихъ степеняхъ втянутости.

Какъ лежитъ плоскость или поверхность фокусныхъ осей для звуковъ переднезадняго сегмента — мнѣ кажется вѣроятнѣе всего предположить, что въ близкомъ къ вертикальному, потому что въ переднезаднемъ сегментѣ эфектъ прислушиванія самый наибольшій, а въ вертикальной плоскости барабанная перепонка при втягиваніи перемѣщается на наибольшій уголъ; кромѣ того, благодаря наибольшему наклону перепонки къ оси уха, измѣненіе синусовъ угловъ, образуемыхъ фокусными осями и перепонкой, можетъ совершаться въ наиболѣе рѣзкихъ размѣрахъ; всякая же поверхность воспринимаетъ звуковыя волны пропорціонально sin. угла паденія волнъ.

Изъ совершенно аналогичнаго разсужденія относительно верхнихъ и нижнихъ звуковъ можно придти къ заключенію, что для самаго нижняго звука фокусная ось лежитъ подъ самымъ наименьшимъ угломъ къ оси прохода, приблизительно параллельна ей, а фокусная ось верхняго звука подъ самымъ наибольшимъ угломъ къ оси прохода, потому что нижній звукъ мы лучше слышимъ при прислушиваніи, а верхній безъ прислушиванія. Плоскость фокусныхъ осей вертикальныхъ звуковъ, нужно полагать, лежитъ подъ угломъ къ плоскости фокусныхъ осей переднезаднихъ звуковъ, потому что иначе мы не различали бы звуковъ вертикальной плоскости отъ звуковъ переднезадняго сегмента, и вѣроятнѣе всего подъ угломъ прямымъ къ ней, чтобы различіе между сказанными звуками было рѣзче. Впрочемъ положеніе плоскостей фокусныхъ осей должно быть найдено на опытѣ. Во всякомъ случаѣ приблизительно таковы физическія условія хода лучей.

Что касается до физіологическаго процесса локализаціи, то послѣ всего вышесказаннаго онъ становится достаточно понятенъ. При прислушиваніи мы замѣчаемъ, сколько употребили мышечнаго усилія tensoris tympani, чтобы поставить перепонку въ наивыгоднѣйшее положеніе относительно фокуса даннаго звука, иначе, чтобы слышать звукъ въ наисильнѣйшей степени, замѣчаемъ сколько осталось возможнаго быть употребленнымъ усилія; и по количеству истраченнаго усилія или по величинѣ полезнаго прислушиванія судимъ объ углѣ, образуемомъ фокусной осью къ звуковому полю, а стало быть объ углѣ, подъ которымъ слышится звукъ во внѣшнемъ пространствѣ. Различаемъ мы звукъ переднезадняго сегмента отъ звуковъ вертикальной плоскости по измѣненію силы ощущенія при употребленіи всего количества прислушиванія, т. е. полезнаго и остаточнаго. Между тѣмъ какъ при прислушиваніи къ заднему и переднему звуку мы замѣчаемъ ослабленіе или уси-

леніе звука болѣе чѣмъ въ 10 разъ, ощущенія звука верхняго и нижняго при употребленіи всего прислушиванія далеко не настолько измѣняются; эта особенность должна зависѣть отъ разницы измѣненія синусовъ угловъ, подъ которыми становится звуковое поле при крайнихъ степеняхъ втягиванія перепонки къ оси прохода въ плоскостяхъ фокусовъ горизонтальныхъ звуковъ и вертикальныхъ. Когда мы слышимъ звукъ въ плоскости средней между горизонтальной и вертикальной, то при употребленіи всего прислушиванія мы замѣтимъ, что все колебаніе силы ощущенія будетъ среднее между колебаніями, наблюдающимися нами для звуковъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ, и по степени этого всего колебанія мы найдемъ плоскость среднюю между вертикальной и горизонтальной плоскостями слуховаго поля; по величинѣ полезнаго прислушиванія мы опредѣлимъ уголъ въ этой средней плоскости и такимъ образомъ локализируемъ направленіе звука. Иначе можно сказать, что по подъему колебанія мы судимъ о плоскости звука, а по высотѣ колебанія объ углѣ его въ этой плоскости.

Такимъ образомъ tensor tympani въ ухѣ играетъ роль аналогичную дѣятельности musc. ciliaris въ глазу: онъ приноравливаетъ воспринимающій аппаратъ къ полученію наибольшаго ощущенія, какъ m. ciliaris приноравливаетъ среды глаза къ наилучшему воспріятію свѣтовыхъ лучей. Разница между этими мышцами та, что mus. ciliaris все время остается въ приспособленномъ состояніи при разсматриваніи предмета, тогда какъ tensor tympani сокращается только при обращеніи нами вниманія на положеніе звука; при обращеніи вниманія на высоту, тэмбръ звука его дѣятельность намъ не нужна, потому что, благодаря легкой разсѣеваемости звуковыхъ волнъ около фокусовъ, мы хорошо слышимъ звукъ и безъ аккомодаціи tensoris tympani. Къ аккомодирующей способности tensoris tympani мы прибѣгаемъ только при слушаніи очень слабыхъ звуковъ. Затѣмъ, роль tensoris tympani сложнѣе въ томъ отношеніи, что онъ долженъ давать намъ данныя для сужденія о направленіи звука въ двухъ плоскостяхъ, для этого онъ, кромѣ сокращенія до степени наилучшаго слышанія, долженъ сокращаться до maximum, чтобы мы могли судить обо всемъ эфектѣ въ силѣ ощущенія подъ вліяніемъ сокращенія мышцы.

Желая наблюдать явленіе угнетенія дѣятельности tensoris tympani, я старался утомить его. Съ этой цѣлью я заставлялъ себя или кого либо еще нѣсколько минутъ опредѣлять безъ отдыха, гдѣ держу часы слабаго боя. Минутъ чрезъ 10 субъэктъ не слышитъ совсѣмъ часовъ

спереди на $^1/_2$ даже $^1/_4$ аршина, тѣхъ часовъ, которые раньше слышалъ на разстояніи 2 даже 3 саженей. Между тѣмъ сзади и сверху бой часовъ для него слышенъ былъ также хорошо, какъ въ нормальномъ состояніи при такомъ положеніи; волнистость при этомъ вначалѣ почти исчезаетъ. Утомляемость локализирующаго аппарата объясняетъ намъ ту капризность въ остротѣ слуха, которую мы часто замѣчаемъ у себя, и которая такъ затрудняетъ опредѣленіе остроты слуха по общепринятымъ методамъ ([18]).

Явленіе такого рѣзкаго вліянія tensoris tympani заставляетъ признать, что звуковые фокусы лежатъ на самой перепонкѣ или очень близко къ ней; такъ какъ если бы на перепонку падали пучки фокусовъ, то при небольшомъ сравнительно углѣ уклоненія перепонки сила дѣйствія этихъ пучковъ не могла бы рѣзко измѣняться.

Такъ какъ углы паденія звуковыхъ лучей на барабанную перепонку мы можемъ опредѣлить по разницѣ въ силѣ ощущеній обоихъ ушей и по усилію обоихъ tensorum tympani, а разстояніе центровъ обоихъ звуковыхъ полей, остающееся всегда однимъ и тѣмъ же, можетъ быть принято за единицу, то я заключаю, что у насъ извѣстны всѣ данныя для опредѣленія разстоянія звука. Дѣйствительно мы и опредѣляемъ его довольно точно. На разстояніи 3-хъ саженей я отлично различаю, который изъ двухъ бубенчиковъ ближе, если одинъ удаленъ отъ другаго на одинъ аршинъ; на разстояніи $^1/_4$ аршина легко замѣтить разницу въ разстояніи на одинъ вершокъ. Очевидно въ этомъ случаѣ я немогъ руководствоваться силой звука, такъ какъ каждый разъ звучали бубенчики съ разной силой, на разныхъ разстояніяхъ, разныхъ тэмбровъ.

Когда мною были выведены всѣ вышеизложенныя положенія, я воспользовался тонкой каучуковой трубкой для уловленія звуковыхъ фокусовъ въ ухѣ ([19]). Я взялъ модель уха; впереди модели подъ разными углами къ раковинѣ помѣщалъ въ растояніи $^1/_2$ аршина карманные часы; воткнувъ одинъ конецъ каучуковой трубки (2 мил. въ діаметрѣ) себѣ въ ухо; другой конецъ ея я рукой водилъ въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ въ плоскости барабанной перепонки, которая была вынута. Если часы были у самаго прохода или дальше напротивъ него, то звукъ былъ воспринимаемъ во всемъ полѣ перепонки и сильнѣе всего въ верхнезаднемъ квадрантѣ; это явленіе очевидно зави-

сѣло отъ очень широкаго прохода модели, отъ прямыхъ лучей, идущихъ отъ звучащихъ часовъ. Я его не беру въ разсчетъ, такъ какъ въ нормальномъ состояніи уха прямыхъ лучей не существуетъ. Но если я помѣщалъ часы подъ значительнымъ угломъ къ проходу на разстояніи $^1/_4 - ^1/_2$ аршина, то въ плоскости перепонки при самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ конца трубки звука не было слышно; только въ передне-нижнемъ квадрантѣ былъ слышенъ очень слабый звукъ часовъ. При одномъ только удачномъ, строго опредѣленномъ направленіи конца трубки бой становился отчетливо ясно слышнымъ; если я отодвигалъ трубку на незначительное разстояніе (1 мил. въ сторону) или измѣнялъ направленіе периферическаго конца трубки на самый ничтожный уголъ, звукъ тотчасъ изчезалъ. Тоже изчезновеніе звука являлось каждый разъ, когда я пробовалъ провести периферическій конецъ трубки глубже въ слуховой проходъ модели. Относительно отдѣльныхъ звуковъ замѣчалось, что звукъ, исходящій спереди въ горизонтальной плоскости, былъ воспринимаемъ трубкой, если она держалась въ срединѣ передне-нижняго квадранта, сзади сухожилія tensoris tympani, параллельно нижней стѣнкѣ, почти параллельно къ передней и ближе къ послѣдней; при малѣйшемъ сдвиганіи звукъ изчезалъ или становился очень слабымъ. Когда звукъ раздавался прямо противъ уха, по оси прохода, то конецъ трубки нужно было держать почти въ томъ же мѣстѣ, но подъ угломъ къ нижней стѣнкѣ градусовъ въ 18. Когда часы были помѣщены возможно болѣе кзади прохода, но предъ передней поверхностью ушной раковины, конецъ трубки нужно было немного поднять мил. на 1,5 выше прежняго, уголъ къ нижней стѣнкѣ былъ около 40. При помѣщеніи часовъ сзади ушной раковины, нужно было держать конецъ трубки подъ угломъ 52°; для звуковъ сверху сзади надо было держать конецъ на 2,5 мил. дальше вглубь прохода и подъ угломъ къ нижней стѣнкѣ градусовъ въ 70, для лучей, идущихъ выше прохода, передъ раковиной—подъ угломъ въ 50°; для звуковъ идущихъ снизу трубку надо было положить на нижнюю стѣнку и вдвинуть на 3 мил. вглубь прохода. Въ общемъ, какъ видно изъ этихъ опытовъ, положеніе фокусныхъ осей для разныхъ звуковъ совпадаетъ съ моимъ предположеніемъ. Впрочемъ для точнаго опредѣленія надо найти фокусы на ухѣ трупа. Я на ухѣ трупа замѣтилъ только то, что звукъ слышится дѣйствительно въ передне-нижнемъ квадрантѣ, но угловъ фокусовъ неопредѣлялъ.

Приношу мою глубочайшую благодарность Профессору Ивану Романовичу Тарханову, въ кабинетѣ котораго произведена работа, и указаніями котораго я постоянно пользовался.

ПРИМѢЧАНІЯ.

(¹) Вундтъ. Физіологическая Психологія. Русск. перев. стр. 566 и 567.

Archiv. f. Ohrenheilk. Bd. IX стр. 74. Mach говоритъ, что при завязанныхъ глазахъ мы совсѣмъ не ясно опредѣляемъ направленіе звука, такъ—передній звукъ смѣшиваемъ съ заднимъ и т. д.

(²) Herman's Handb. d. Physiologie. Bd. III, th. 2, s. 135.

Основы Физіологіи Бонн. Русск. перев., ст. 551.

Учебникъ Физіологіи Фостера. Т. II, ст. 237.

Schmidekam, Studien. Arbeit. der Kieler physiol. Instituts. Schver. 1869.

Бэнъ. Психологія русск. перев. стр. 62.

Mach думаетъ, что въ сужденіи о разстояніи звуковъ имѣетъ значеніе измѣненіе оттѣнка звука вслѣдствіе того, что при увеличеніи силы звука беретъ перевѣсъ ощущеніе низкихъ тоновъ, а при уменьшеніи преобладаетъ ощущеніе высокихъ тоновъ. I. C. Poggendorff's Annalen. Bd. CXXIV стр. 331.

По Grinwis—съ удаленіемъ звука тембръ мѣняется, потому что при этомъ обертоны слышатся лучше основнаго тона. Poggendorff's Annalen 1877 г. Beibl. s. 447.

(³) Rayleizh (Nature. vol. XIV, p. 32) говоритъ, что направленіе шумовъ мы опредѣляемъ довольно точно въ разнообразныхъ направленіяхъ, чистыхъ тоновъ—плохо.

(⁴) Основы Физіологіи Бонн стр. 537.

(⁵) По Harless раковина усиливаетъ звукъ отраженіями отъ своей изогнутой поверхности и собственнымъ колебаніемъ хряща вслѣдствіе его эластичности. Wagner's Handwörterb. d. Physiologie. IV. 1853 ст. 350, 351. ст. 530.

(⁶) Независимо тоже наблюдалъ S. Thompson. Phenomena of binaural audition 1878. Philosophical Magazine 5 Le'rig. vol. 6, p. 383.

(⁷) Бонн. Основы физіологіи рус. пер. стр. 536.

(⁸) По Маху ушная раковина дѣйствуетъ какъ резонаторъ для высокихъ тоновъ съ различною силою, смотря по положенію раковины относительно источника звука. Этимъ обстоятельствомъ мы пользуемся для опредѣленія направленія звука. Archiv f. Ohrenheilkunde Bd. IX. s. 75.

(⁹) Schneider: Die Ohrmuschell 1856.

(¹⁰) Otto Funke's Lehrb. Phisiol. 1876. 11, s. 168.

(¹¹) Wagner's Handwörterb. d. Physiol. IV. 1853. s. 381 Tens. tymp. заглушаетъ сильные звуки по мнѣнію Harless'a.

Handbuch d. Physiologie Hermann's. Bd. 111. s. 61. 1880. По мнѣнію Wollaston'a и Joh. Müller'a tensor tymp. своимъ сокращеніемъ приспособляетъ барабанную перепонку къ воспріятію высокихъ тоновъ.

Физіологія Фостера, рус. пер. ст. 226. Втягиваніе перепонки, по мнѣнію нѣкоторыхъ изслѣдователей, уменьшаетъ величину колебаній ея при слишкомъ сильныхъ звукахъ.

Helmholtz, Pflüger's Archiv. Bd. 1, s. 24. Сокращеніе tens. tymp.

укрѣпляя соединенія косточекъ между собою и увеличивая выпуклость перепонки, обусловливаетъ то, что сотрясенія послѣдней лучше передаются жидкостямъ лабиринта.

Schapringer. Sitzungsberichte d. Wiener Academ. 1870 s. 572. Авторъ, согласно мнѣнію Helmgoltz'а объ аккомодаціи перепонки къ высокимъ тонамъ, наблюдалъ, что при произвольномъ втягиваніи перепонки воспріятіе низкихъ тоновъ ослаблялось, воспріятіе высокихъ усиливалось.

Sitzungsber. d. Wiener Acad. Bd. 48, s. 283. Mach предполагаетъ, что tensor tymp. приспособляется къ высотѣ тона, иннерваціоннымъ чувствомъ способствуетъ къ количественной установкѣ ряда тоновъ.

([12]) Посредствомъ трепанаціи была вскрыта полость средняго уха у собаки, въ сухожиліе tensor. tymp. была воткнута игла. При началѣ всякаго звука наблюдалось движеніе иглы вслѣдствіе сокращенія мышцы. Время реакціи было 0,092; 0,075 сек. Archiv. z. Physiolog. 1878. Hensen. s. 313

([13]) Schapringer монометрическимъ путемъ у человѣка наблюдалъ втягиваніе перепонки при произвольномъ сокращеніи tensor tymp; тоже онъ наблюдалъ посредствомъ зеркала, причемъ свѣтовой рефлексъ отклонялся книзу и уменьшался. Sitzungsberichte d. Wiener Academ. 1870 стр 571.

([14]) Русскій перев. учебника физіологіи Фостера 1882 г. ст. 237.

([15]) Разные авторы опредѣляли продолжительность реакціи простаго воспріятія звука различно: Donders—0,180; Auerbach—0,122; Bucola—0,150; Vundt—0,167. Оно измѣняется подъ вліяніемъ привычки, усталости, силы раздраженія, внимательности, погоды и т. д. Kräpelin, Dauer einfacher psychischer Vorgänge-Biologisches Centralblatt. Bd. № 21, 23.

Время локализаціи звуковыхъ ощущеній опредѣлено Auerbach'омъ отъ 0,150—до 0;644. Archiv f. Anatom. u. Phisiologie 1877.

Полученныя мною цифры больше чѣмъ у приведенныхъ авторовъ, потому, что я дѣлалъ наблюденія на непривычныхъ къ опытамъ субъектахъ. Tischer нашелъ, что въ первый день опытовъ время реакціи было 0,155;0,231, на другой день у тѣхъ же лицъ 0,58;0,158. Philosof. Studien Bb. 1. s. 524.

([16]) Archiv Pflüger's Bd. I. s. 1. Hëmholtz наливалъ стеаринъ въ наружный слуховой проходъ и такимъ обризомъ старался опредѣлить положеніе перепонки при втягиваніи ея. Онъ нашелъ, что верхняя половина перепонки при втягиваніи ея становится почти параллельной къ нижней стѣнки, а нижняя почти перпендикулярной къ ней.

([17]) Перепонка наклонена къ передней стѣнкѣ подъ угломъ 80 град. и при втягиваніи становится къ этой стѣнкѣ подъ большимъ угломъ.

([18]) Учебникъ ушныхъ болѣзней Урбанчича, русск. пер. 1881 г. ст. 56. Авторъ говоритъ, что если часы или камертонъ находятся на границѣ ширины слуха, то обнаруживается замѣтное колебаніе въ интенсивности слуховаго воспріятія. На 55-й стр. говорится, что изслѣдованіе слуха въ различныя времена дня даетъ не одинъ и тотъ же результатъ; тѣлесныя движенія тоже имѣютъ вліяніе на результатъ.

([19]) Mach взялъ гипсовую модель уха и на положенномъ листочкѣ бумаги въ плоскости перепонки искалъ, не колеблются-ли разныя части перепонки соотвѣтственно разнымъ направленіямъ звука; онъ пришелъ къ отрицательнымъ результатомъ. Mach. Bemerkungen üb. d. Function d. Ohrmuschel. Arch. f. Ohrenheilkunde. 1874 p. 72—74.

ПОЛОЖЕНІЯ.

Если, дѣйствительно, мы судимъ о положеніи звука въ пространствѣ по измѣненію силы впечатлѣнія, то пространственное представленіе есть наше субъективное воспріятіе колебаній опредѣленнаго характера въ интензивности возбужденія.

Такъ какъ наименьшій уголъ локализаціи звуковъ равняется 18′ (на 14 саж.), то, принимая во вниманіе величину Sin. угловъ паденія звуковыхъ волнъ при такомъ расположеніи, изъ разсчета разницы силъ дѣйствія звуковъ на то и другое ухо, я опредѣляю, что отношеніе безсознательно различаемыхъ нами звуковъ равняется, приблизительно, 0,99995 : 1.

Такъ какъ уголъ локализаціи звуковъ при помощи сокращеній tens. tymp. близокъ къ углу изъ разницы впечатлѣній, то безсознательная чувствительность (къ силѣ) мышцъ, нужно полагать, также тонка, какъ слуховой аппаратъ.

Если мы примемъ во вниманіе, что сознательно мы различаемъ силу звуковъ лишь при отношеніи ихъ 3 : 4, силу тяжестей при 40 : 41, то должны будемъ придти къ заключенію: тонкость безсознательныхъ процессовъ *во много разъ* превосходитъ тонкость — сознательныхъ.

При помощи гельмгольцовскаго электрическаго камертона, отведя токи отъ его остріевъ и столбиковъ, и ставя кружки столбиковъ подъ сходящимся или расходящимся угломъ между собою, можно имѣть два прерывистыхъ тока, дѣйствующихъ одновременно или же разновременно — на быстроту полуволны звука камертона.

Сильнѣйшимъ тормозомъ успѣхамъ естественно-научнаго знанія въ Россіи служитъ отсутствіе въ провинціальныхъ городахъ вспомогательныхъ къ изученію этихъ наукъ средствъ (каковы лабораторіи, кабинеты, музеи и т. д).
